

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البلدية  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك  
Département d'Électronique



## Mémoire de Projet de Fin d'Études

présenté par

AICHE Walid

&

AMROUCHE Aboubaker Essedik

pour l'obtention du diplôme Master en Électronique option Système de Vision et Robotique

---

Thème

---

# Correction automatique de copies d'examens au format QCM

---

Proposé par : Mr NAMANE Abderahman

Année Universitaire 2015-2016

## Remerciements

---

*Nous tenons à remercier en premier lieu Dieu le tout puissant qui nous a dotés de toute la force nécessaire à l'aboutissement de ce mémoire.*

*Nos remerciements vont aussi à notre promoteur le D<sup>r</sup> A.NAMANE qui nous a fait bénéficier de ses nombreuses et riches connaissances durant toute la durée de ce travail.*

*Nous remercions les membres du jury; qui nous honorent par la lecture de notre mémoire et de leur présence, le jour de notre soutenance.*

*Sans Oublier tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin à mener à terme ce travail. Notamment nos enseignants qui nous ont instruits Tout au long de notre long parcours.*

## **Dédicaces**

---

*À mes très chers parents,*

*Nul mot ne pourra exprimer mes sentiments et ma gratitude envers vous,*

*À mes frères ALI et Hamza et à mes sœurs K̄halida, Meriem, Salīha,*

*Je vous souhaite beaucoup de bonheur et de réussite.*

*À toute ma grande famille.*

*À Abdelkader, mon ami intime, qui m'a accompagné dès mon enfance.*

*À mes chers amis.*

*À mon binôme Aboubaker.*

*À tous ceux qui m'aiment, À tous ceux que j'aime,*

*Je dédie le fruit de mon projet de fin d'études.*

**Walid**

## *Dédicaces*

---

***Aboubaker***

---

**ملخص :** في هذا المشروع، نقترح طريقة لتصحيح التلقائي للوثائق في شكل أسئلة الاختيارات المتعددة (QCM). يتم تطبيق المعالجة على صور رمادية المشفرة على 8 بت وعلى مقياس أ4 (A4). نظام الاكتساب المستخدم هو الماسح الضوئي المسطح. تم تنفيذ المشروع باستخدام لغة البرمجة ماتلاب.

**كلمات المفاتيح :** التصحيح التلقائي للوثائق ، صور رمادية, نظام الاكتساب, لغة البرمجة ماتلاب.

---

**Résumé :** Dans ce projet, nous proposons une méthode de correction automatique de document au format QCM. Le traitement est appliqué à des images en niveaux de gris codé sous 8 bits et au format A4. Le système d'acquisition utilisé est un scanner à plat numérique. Le projet est réalisé en utilisant le langage de programmation Matlab.

**Mots clés :** Correction automatique de document; images en niveaux de gris ; système d'acquisition; langage de programmation Matlab.

---

**Abstract:** In this project, we propose an automatic document correction method in QCM format. The processing is applied to grayscale images encoded in 8-bit and A4 size. The acquisition system used is a digital flatbed scanner. The project is realized, using the Matlab programming language.

**Keywords:** automatic document correction; grayscale images; acquisition system; Matlab programming language.

---

**Listes des acronymes et abréviations**

**QCM** : Questionnaire à Choix Multiples

**RVB** : Rouge, Vert, Bleu

**CMJN** : Cyan, Magenta, Jaune, Noir

**TSL** : Teinte, Saturation, Luminance

**PPP** : Pixel Par Pouce

**MATLAB**: *Matrix LABORatory*

# Table des matières

---

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>CHAPITRE 1 : Généralités sur le traitement d'image</b> .....	2
<b>1.1 Introduction</b> .....	2
<b>1.2 Notion de base</b> .....	3
1.2.1 Définition de l'image .....	3
1.2.2 Pixel .....	4
1.2.3 La Résolution d'une image .....	4
1.2.4 Image en niveau de gris .....	5
1.2.5 Image binaire .....	5
1.2.6 Image couleur .....	6
1.2.7 Les images bitmap et les images vectorielles .....	10
1.2.8 Formats d'images .....	11
1.2.9 Bruit .....	11
1.2.10 Histogramme .....	12
<b>1.3 Techniques du traitement d'images</b> .....	13
1.3.1 Binarisation .....	13
1.3.2 Filtrage .....	16
1.3.3 Morphologie mathématique .....	19
1.3.4 Égalisation d'histogramme .....	20
<b>1.4 Étiquetage</b> .....	21
<b>1.5 Quelques applications du traitement d'image</b> .....	22
<b>1.6 Conclusion</b> .....	23

<b>CHAPITRE 2 : Correction automatique de copies au format QCM</b> .....	24
<b>2.1 Introduction</b> .....	24
<b>2.2 Acquisition d'images</b> .....	26
<b>2.3 Filtrage</b> .....	26
<b>2.4 Binarisation</b> .....	26
<b>2.5 Localisation des coins hauts</b> .....	27
<b>2.6 Correction de l'inclinaison</b> .....	29
<b>2.7 Détection de la ligne de séparation</b> .....	32
<b>2.8 Localisation des coins bas</b> .....	34
<b>2.9 Extraction de la zone d'intérêt</b> .....	36
<b>2.10 Détection des rectangles</b> .....	37
<b>2.11 Lecture des choix</b> .....	42
<b>2.12 La note finale</b> .....	43
<b>2.13 Détection du matricule</b> .....	45
<b>2.14 Conclusion</b> .....	49
<b>CHAPITRE 3 : Implémentation et résultats</b> .....	50
<b>3.1 Matériels utilisés</b> .....	50
<b>3.2 Présentation de Langage de programmation utilise</b> .....	51
<b>3.3 Interfaces de l'application</b> .....	53
<b>3.4 Résultats et Discussions</b> .....	57
3.4.1 Résultats du filtrage .....	57
3.4.2 Résultats de la binarisation .....	58
3.4.3 Résultat de Localisation des coins hauts .....	59

3.4.4	Résultat de correction de l'inclinaison .....	60
3.4.5	Résultat de détection de la ligne de séparation .....	61
3.4.6	Résultat de localisation des coins bas .....	62
3.4.7	Résultat d'extraction de la zone d'intérêt .....	63
3.4.8	Résultat de la détection des rectangles de choix .....	64
3.4.9	Résultat de la lecture des choix .....	65
3.4.10	la note finale .....	66
3.4.11	Résultat de la détection du matricule .....	66
<b>3.5</b>	<b>La Base de donné des matricules .....</b>	<b>66</b>
<b>3.6</b>	<b>Résultats expérimentaux .....</b>	<b>67</b>
<b>3.7</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>75</b>
	<b>Conclusion générale .....</b>	<b>76</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>77</b>

## Liste des figures

Figure 1.1 : Relations du traitement d'images avec d'autres disciplines.....	3
Figure 1.2 : Représentation d'un pixel dans une image .....	4
Figure 1.3 : Exemple d'une image avec plusieurs résolutions .....	4
Figure 1.4 : Valeurs des niveaux de gris et teintes correspondantes .....	5
Figure 1.5 : Image en niveaux de gris .....	5
Figure 1.6 : Exemple d'une image binaire .....	6
Figure 1.7 : Gros plan sur les pixels d'un écran .....	7
Figure 1.8 : Des composantes RVB (synthèse additive).....	7
Figure 1.9 : La soustraction des composantes CMJN (synthèse soustractive) .....	8
Figure 1.10 : Variation de la Teinte dans le format TSL .....	8
Figure 1.11 : Variation de la Saturation dans le format TSL .....	9
Figure 1.12: Variation de la Luminosité dans le format TSL.....	9
Figure 1.13 : Les composantes de chrominance u et v .....	10
Figure 1.14 : Exemple d'une image matricielle (a) et vectorielle (b).....	10
Figure 1.15 : Exemple de bruit gaussien et impersonnel .....	12
Figure 1.16 : Exemple d'histogramme d'une image à niveau de gris .....	13
Figure 1.17 : Exemple d'histogramme d'une image couleur .....	13
Figure 1.18 : Binarisation d'une image (a) image originale, (b) image binarisée .....	14
Figure 1.19 : Binarisation par la méthode Otsu .....	15
Figure 1.20 : Exemples du Masques d'un filtre moyeneur.....	16
Figure 1.21 : Exemple de filtre moyeneur .....	17
Figure 1.22 : Exemples du Masques d'un filtre gaussien .....	17
Figure 1.23 : Exemple de filtre gaussien.....	17
Figure 1.24 : Principe du filtre médian .....	18
Figure 1.25 : Opération érosion .....	19

Figure 1.26 : Opération Dilatation. ....	19
Figure 1.27 : Egalisation d'histogramme .....	20
Figure 1.28 : Exemple de l'étiquetage .....	21
Figure 1.29 : Balayage de l'image (a) premier parcours (b) Deuxième parcours.....	21
Figure 1.30 : Exemple de l'étiquetage .....	22
Figure 2.1 : Le model de QCM utilisé avec différents bloc.....	24
Figure 2.2 : Scanner à plat numérique .....	25
Figure 2.3 : Schéma synoptique de la méthode proposée .....	25
Figure 2.4 : Exemple d'une image scanné et ses propriétés .....	26
Figure 2.5 : Découpage d'images (partie haut gauche et partie haut droite) .....	27
Figure 2.6 : Résultat du l'étiquetage de l'image découpée .....	27
Figure 2.7 : le Centre de gravité des coins de l'image découpée .....	28
Figure 2.8: Les nouvelles coordonnées de centre de gravité de coin droit.....	29
Figure 2.9 : Rotation d'une image autour de son origine .....	30
Figure 2.10 : Rotation de l'image avec des bordures noires .....	30
Figure 2.11 : Organigramme de la méthode proposé (élimination des pixels noires) ....	31
Figure 2.12 : Image découpée pour détecter la ligne de séparation.....	32
Figure 2.13 : la ligne de séparation détectée .....	32
Figure 2.14 : Organigramme de la méthode de détection de la ligne .....	33
Figure 2.15 : Image coupé (partie Bas gauche et partie bas droite) .....	34
Figure 2.16 : les nouvelles coordonnées du centre de gravité des coins bas .....	35
Figure 2.17 : Extraction de la zone d'intérêt .....	36
Figure 2.18 : Histogramme horizontale et verticale du chiffre 5.....	37
Figure 2.19 : remplissage et élimination de régions .....	38
Figure 2.20 : Histogramme verticale et horizontale de l'image de la zone d'intérêt .....	39
Figure 2.21 : Organigramme de localisation horizontale de rectangles .....	40

Figure 2.22 : Organigramme de localisation verticale des rectangles .....	41
Figure 2.23 : les coordonnées de rectangle .....	42
Figure 2.24 : la zone de choix en rouge.....	42
Figure 2.25 : Extraction de la zone de choix. <b>(a)</b> zone coché. <b>(b)</b> zone vide .....	43
Figure 2.26 : matrice de solutions au format Excel .....	43
Figure 2.27 : l'organigramme de comptage de nombre de réponses vraies .....	44
Figure 2.28 : Modèle de matricule utilisé .....	45
Figure 2.29 : Schéma synoptique de la méthode de détection du matricule .....	45
Figure 2.30 : Extraction de la zone de matricule .....	46
Figure 2.31 : Résultat d'opération d'élimination des régions .....	47
Figure 2.32 : histogramme verticale et horizontale de la zone de matricule .....	47
Figure 2.33 : localisation et extraction de matricule .....	48
Figure 2.34 : Résultat d'opération d'érosion suivie de dilatation .....	48
Figure 3.1 Matériel utilisés .....	50
Figure 3.2 : Le langage Matlab .....	51
Figure 3.3 : Exemple d'interface graphique.....	52
Figure 3.4 : Interfaces de l'application 1 et 2.....	53
Figure 3.5 : interface graphique de l'application numéro 1 .....	54
Figure 3.6 : interface graphique de l'application numéro 2 .....	56
Figure 3.7 : Résultat du filtrage .....	57
Figure 3.8 : Résultat de la binarisation par méthode d'Otsu .....	58
Figure 3.9 : Résultat de localisation des coins hauts.....	59
Figure 3.10 :Résultat de correction de l'inclinaison et l'élimination de bordures noires	60
Figure 3.11 : Résultat de la détection de ligne .....	61
Figure 3.12 : Résultat de localisation des coins bas .....	62
Figure 3.13 : Résultat d'extraction de la zone d'intérêt.....	63

Figure 3.14 : Résultat de la détection des rectangles de choix.....	64
Figure 3.15 : Résultat de la détection des choix .....	65
Figure 3.16 : Résultat de la note finale.....	66
Figure 3.17 : résultat de la détection du matricule .....	66
Figure 3.18 : la base de données des matricules .....	66
Figure 3.19 : Copies d'examen testées 1.....	68
Figure 3.20 : Copies d'examen testées 2.....	69
Figure 3.21 : Copies d'examen testées 3.....	70
Figure 3.22 : Copies d'examen testées 4.....	71
Figure 3.23 : Copies d'examen testées 5.....	72
Figure 3.24 : Copies d'examen testées 6.....	73

## Liste des tableaux

Tableaux 1.1 : Tableau comparatif de différents formats d'images.....	11
Tableaux 3.1 : Résultats expérimentaux de correction automatique.....	74

## Conclusion générale

---

Au cours de notre travail, nous avons réalisé une application dédiée à la correction automatique de copies d'examens au format QCM, en utilisant un scanner à plat numérique comme un système d'acquisition.

En premier lieu, nous avons présenté quelques notions de bases au traitement d'image.

En deuxième lieu, nous avons introduit les différentes méthodes utilisées pour la correction automatique de copies d'examen au format QCM.

A la fin nous avons décrit l'espace de travail de notre application, ainsi que les différents résultats obtenus.

A travers ce travail, nous avons pu acquérir beaucoup de la connaissance dans le domaine du traitement d'image. Premièrement, nous avons utilisé les outils appris au cours de notre formation, et enrichi nos connaissances dans le domaine du traitement d'image. On a aussi appris à utiliser le langage de programmation Matlab.

Nous proposons comme continuité à ce travail d'utiliser le langage de programmation c++ pour plus de rapidité.

# **CHAPITRE 1 Généralités sur le Traitement d'image**

---

## **1.1 Introduction**

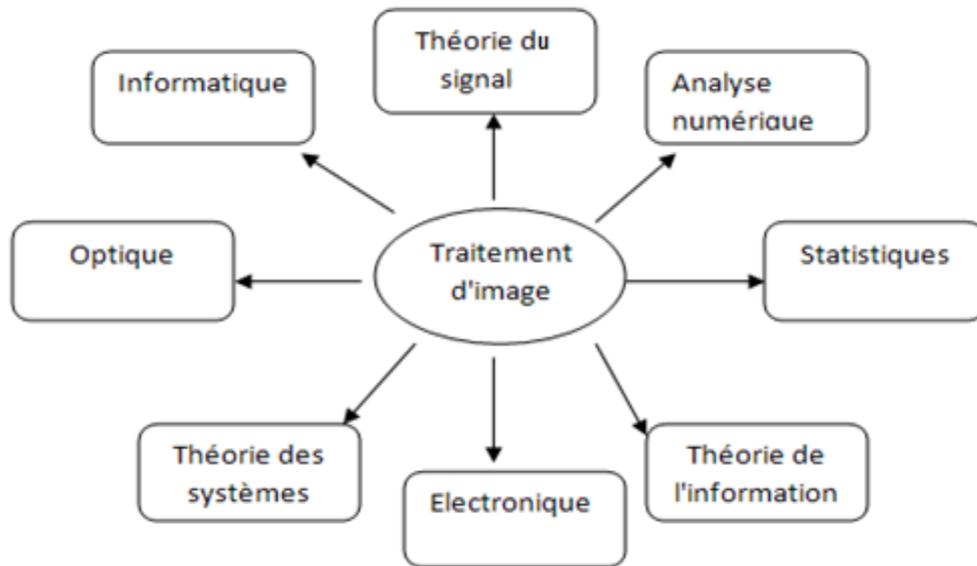
Le traitement d'image numérique est un ensemble d'approches, de méthodes, de techniques et d'outils dont l'ambition est résoudre la majorité des problèmes qui peuvent se présenter lorsqu'il est nécessaire d'extraire et d'analyser de façon automatique les informations présentes dans une image. C'est un domaine qui fait appel à plusieurs disciplines: La théorie du signal, la théorie des systèmes, l'analyse numérique, les statistiques, la théorie de l'information, l'électronique et l'informatique (voir figure 1.1).

Différentes approches ont alors été développées pour traiter une image.

Le traitement d'images désigne donc en informatique un ensemble d'algorithmes permettant, à partir d'images numérisées, de produire d'autres images numériques ou d'en extraire de l'information.

Le mode et les conditions d'acquisition et de numérisation des images traitées conditionnent largement les opérations qu'il faudra réaliser pour extraire de l'information. En effet, de nombreux paramètres entrent en compte, les principaux étant :

- ❖ la résolution d'acquisition et le mode de codage utilisé lors de la numérisation, qui déterminent le degré de précision des éventuelles mesures de dimensions,
- ❖ les réglages optiques utilisés, (dont la mise au point) qui déterminent par exemple la netteté de l'image,
- ❖ les conditions d'éclairage, qui déterminent une partie de la variabilité des images traitées,
- ❖ le bruit de la chaîne de transmission d'image. [1]



**Figure 1.1:** Relations du traitement d'images avec d'autres disciplines

Nous présentons dans ce chapitre quelques notions de base et quelque technique qui concerne le domaine du traitement d'image.

## 1.2 Notion de base :

### 1.2.1 Définition de l'image :

Une image est une représentation numérique bidimensionnelle d'une scène analogique réelle située en général dans un espace tridimensionnel. Elle possède l'information pour chaque point de son intensité lumineuse fournie par les capteurs (appareils photos, cameras, scanner). On peut la décrire par une fonction  $F(x,y)$  où :

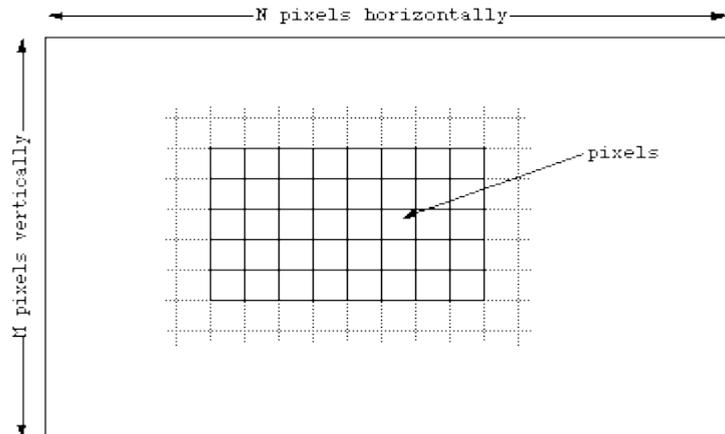
$F$ : la fonction d'intensité lumineuse définie dans un domaine borné.

$x,y$ : coordonnées cartésiennes d'un point de l'image.

$F(x,y)$ : niveau de gris en ce point [2].

### 1.2.2 Pixel:

Un pixel (contraction de << Picture élément>>) est l'unité de base constituant l'image, il est caractérisé par sa position ( $i$  en abscisse et  $j$  en ordonné) et sa valeur (niveau de gris ou couleur), Comme l'indique la figure 1.2.



**Figure 1.2:** Représentation d'un pixel dans une image

### 1.2.3 La Résolution d'une image:

La résolution d'une image est définie par la densité des points par unité de surface.

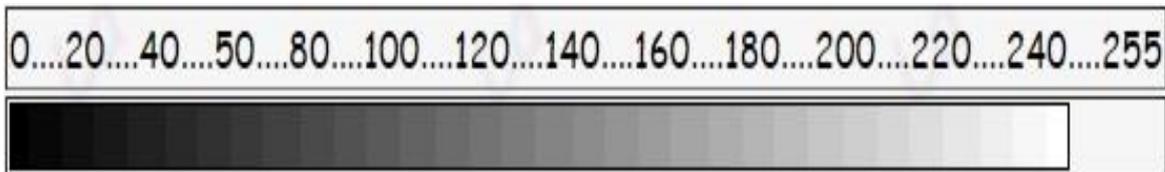
La résolution permet de définir la finesse de l'image, plus la résolution est grande, plus la finesse de l'image est grande (voir figure 1.3). Par conséquent la résolution dans le domaine de l'écran est ppi pixels per inch (PPP en français: pixels par pouce). La résolution dans le domaine des médias imprimés est dpi (dots per inch) [3].



**Figure 1.3:** Exemple d'une image avec plusieurs résolutions

### 1.2.4 Image en niveau de gris:

Dans l'image en niveaux de gris, la couleur d'un pixel peut prendre des valeurs allant du noir au blanc, en passant par un nombre fini de niveaux intermédiaire (voir figure 1.4). Généralement codé sur un octet (256 niveaux). Par convention, la valeur zéro représente le noir (intensité lumineuse nulle) et la valeur 255 le blanc (intensité lumineuse maximale), comme l'indique la figure 1.5



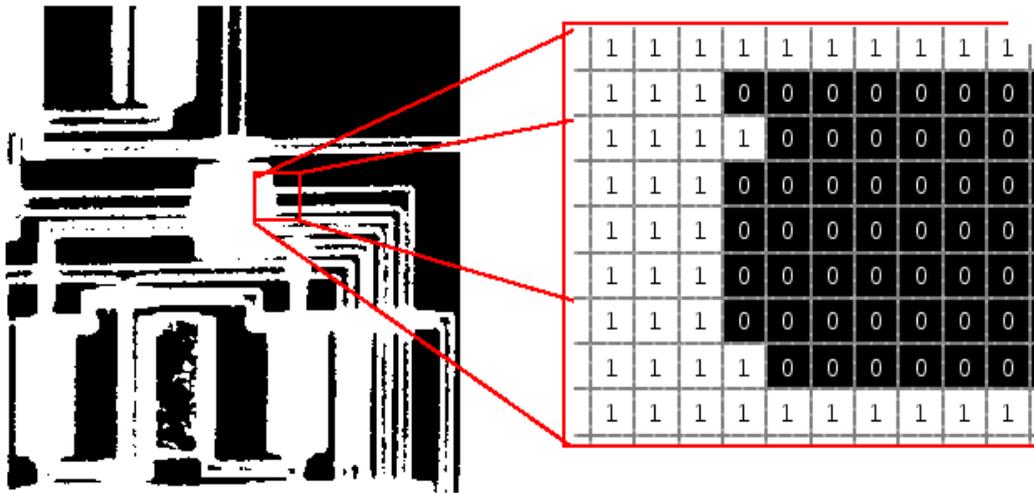
**Figure 1.4 :** Valeurs des niveaux de gris et teintes correspondantes.



**Figure 1.5 :** Image en niveaux de gris

### 1.2.5 Image binaire:

Une image binaire composée de deux niveaux 0 et 1 qui correspond respectivement au noir et blanc, plus simple à traiter. La binarisation permet de passer d'une image à niveaux [0,255] de gris à une image binaire (0 et 1), comme l'indique la figure 1.6



**Figure 1.6:** Exemple d'une image binaire

### 1.2.6 Image couleur:

Une image couleur est censée représenter le mieux possible la réalité. La représentation des couleurs s'effectue de la même manière que les images monochromes avec cependant quelques particularités

#### a) Représentation des couleurs :

Il existe différentes manières de représenter les couleurs, le système RVB utilisé par les écrans et les capteurs des appareils photo, le système CMJN utilisé en imprimerie ou encore le système TSL utilisé en infographie. [4]

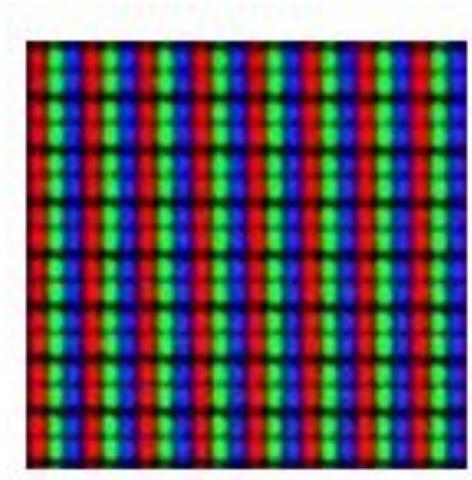
Le YUV est utilisé dans toutes les machines vidéos professionnelles comme les magnétoscopes BETACAM ou encore les magnétoscopes DV et les lecteurs de DVD.

#### -Le model RVB:

Dans le modèle RVB, Chaque pixel des images couleurs est représenté par un triplet de couleurs élémentaires (rouge, vert, bleu) qui permet de représenter toutes les couleurs possibles (voir figure 1.7). On distingue ensuite le nombre de couleurs que contenir une image.

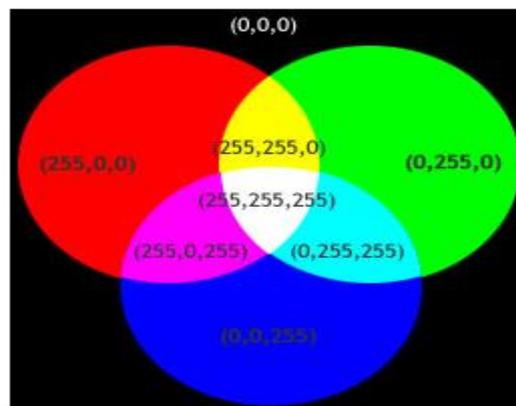
Les capteurs des appareils photos et les écrans utilisent le même principe pour enregistrer ou créer une couleur [4].

- R: Rouge
- V: Vert
- B: Bleu



**Figure 1.7:** Gros plan sur les pixels d'un écran

L'addition des composantes RVB permet de créer les autres couleurs c'est la synthèse additive, comme l'indique la figure 1.8

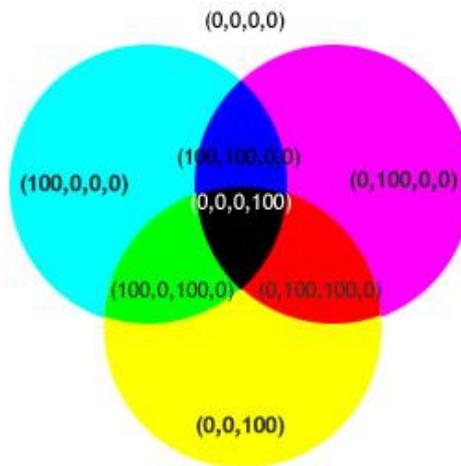


**Figure 1.8:** Des composantes RVB (synthèse additive)

### -Le modèle CMJN :

Utilisé principalement pour l'impression, et basé sur une synthèse soustractive des couleurs. Cyan, Magenta et Jaune sont les 3 couleurs primaires de la synthèse soustractive (voir figure1.9) [4]

- **C: Cyan** (0, 255, 255)
- **M: Magenta** (255, 0, 255)
- **J: Jaune** (255, 255, 0)
- **N: Noir** (0, 0, 0)

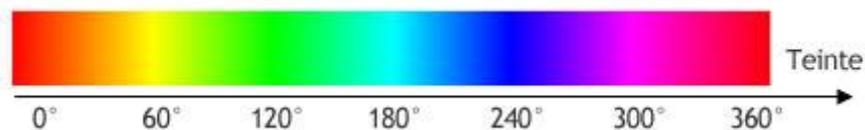


**Figure 1.9 :** La soustraction des composantes CMJN (synthèse soustractive)

### - Le modèle TSL :

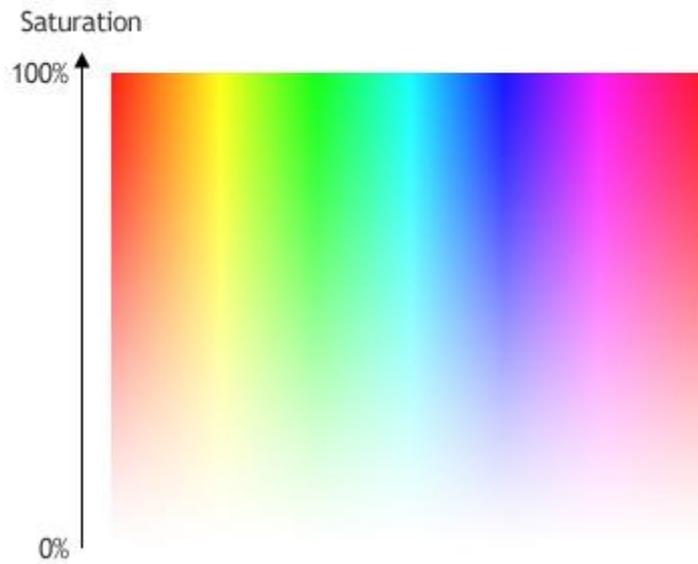
Ce modèle est intéressant car il a une approche de la couleur plus intuitive que RVB ou CMJN on a [4]. Il est constitué par trois composantes fondamentales ; la Teinte de la couleur (T), la Saturation de la couleur (S) et la Luminosité de la couleur (L).

- **La teinte** représente une couleur, elle est donnée en degré et vaut  $0^\circ$  pour le rouge,  $120^\circ$  pour le vert,  $240^\circ$  pour le bleu, on revient finalement sur le rouge à  $360^\circ$  (Voir figure1.10).



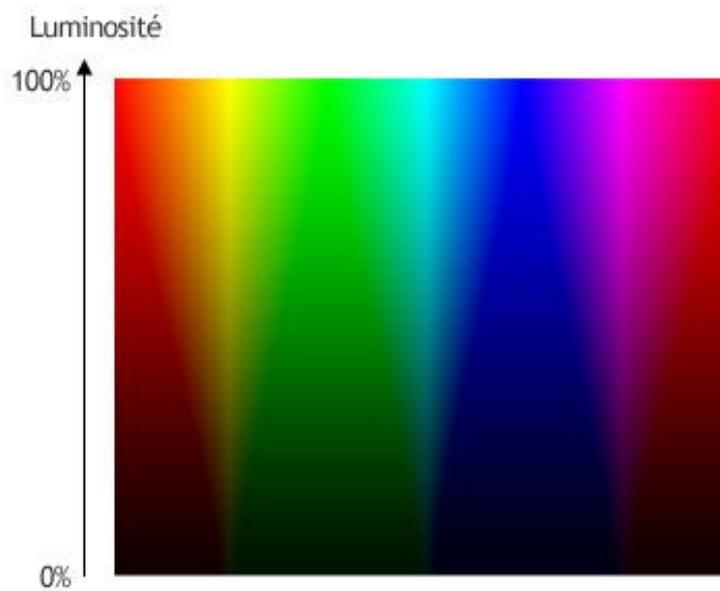
**Figure 1.10 :** Variation de la Teinte dans le format TSL

- **La saturation** représente "l'intensité" de la teinte, elle varie de 0% à 100% (intensité maximale de la teinte), comme l'indique la figure 1.11.



**Figure 1.11** : Variation de la Saturation dans le format TSL

- **la luminosité** donne une idée de la quantité de noir ou de blanc ajoutée à la teinte, elle est également donnée en pourcentage (voir figure 1.12)

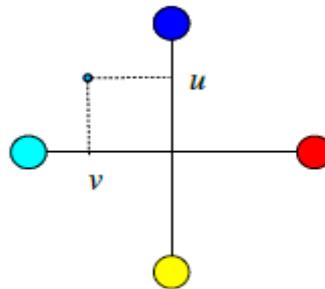


**Figure 1.12** : Variation de la Luminosité dans le format TSL

### -Le modèle YUV :

Le principe de l'espace YUV est de représenter les couleurs en utilisant une composante de *luminance*  $Y$ , et 2 composantes de *chrominance* ( $u.v.$ ).

Les composantes de chrominance  $u$  et  $v$  représentent respectivement le contraste Bleu/Jaune et le contraste Rouge/Cyan [5], comme l'indique figure 1.13.

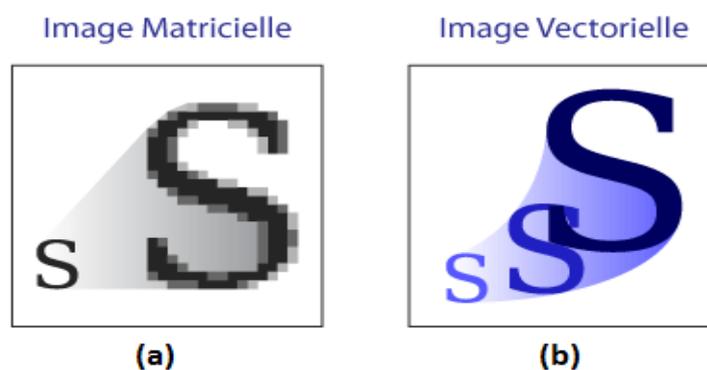


**Figure 1.13 :** Les composantes de chrominance  $u$  et  $v$

### 1.2.7 Les images bitmap et les images vectorielles :

**Les images bitmap :** il s'agit d'images pixellisées, c'est-à-dire un ensemble de points (pixels) contenus dans un tableau, chacun de ces points possédant une ou plusieurs valeurs décrivant sa couleur (voir figure 1.14.a).

**Les images vectorielles :** sont des représentations d'entités géométriques telles qu'un cercle, un rectangle ou un segment (voir figure 1.14.b). Ceux-ci sont représentés par des formules mathématiques.



**Figure 1.14 :** Exemple d'une image matricielle (a) et vectorielle (b).

### 1.2.8 Formats d'images :

Un format d'image est une représentation informatique de l'image, associée à des informations sur la façon dont l'image est codée et fournissant éventuellement des indications sur la manière de la décoder et de la manipuler (voir tableaux 1.1).

La plupart des formats sont composés d'un en-tête contenant des attributs (dimensions de l'image, type de codage, etc.), suivi des données (l'image proprement dite). La structuration des attributs et des données diffère pour chaque format d'image.

- la date, l'heure et le lieu de la prise de vue.
- les caractéristiques physiques de la photographie (sensibilité ISO, vitesse d'obturation, usage du flash...).

	Type (matriciel/vectorel)	Compression des données	Nombre de couleurs supportées	Affichage progressif	Animation	Transparence
<b>JPEG</b>	matriciel	Oui, réglable (avec perte)	16 millions	Oui	Non	Non
<b>JPEG2000</b>	matriciel	Oui, avec ou sans perte	4 milliards	Oui	Oui	Oui
<b>GIF</b>	matriciel	Oui, Sans perte	256 maxi (palette)	Oui	Oui	Oui
<b>PNG</b>	matriciel	Oui, sans perte	Palettisé (256 couleurs ou moins) ou 16 millions	Oui	Non	Oui (couche Alpha)
<b>TIFF</b>	matriciel	Compression ou pas avec ou sans pertes	de monochrome à 16 millions	Non	Non	Oui (couche Alpha)
<b>SVG</b>	vectoriel	compression possible	16 millions	* ne s'applique pas *	Oui	Oui (par nature)

**Tableaux 1.1:** Tableau comparatif de différents formats d'images.

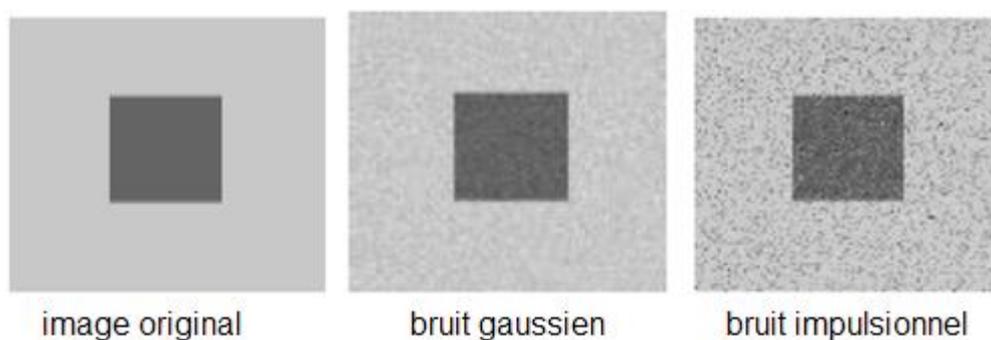
### 1.2.9 Bruit :

Un bruit (parasite) dans une image est considéré comme un phénomène de brusque variation de l'intensité d'un pixel par rapport à ses voisins, il provient de l'éclairage des dispositifs optiques et électronique du capteur.

Le bruit de type gaussien est plus difficile à supprimer. Le bruit généré par les appareils d'acquisition se rapproche généralement du bruit gaussien (voir figure 1.15), donc pour cela il est nécessaire de concevoir des algorithmes de réduction du bruit, efficaces. [7]

Le bruit peut provenir de différentes causes:

- Environnement lors de l'acquisition.
- Qualité du capteur.
- Qualité de l'échantillonnage.

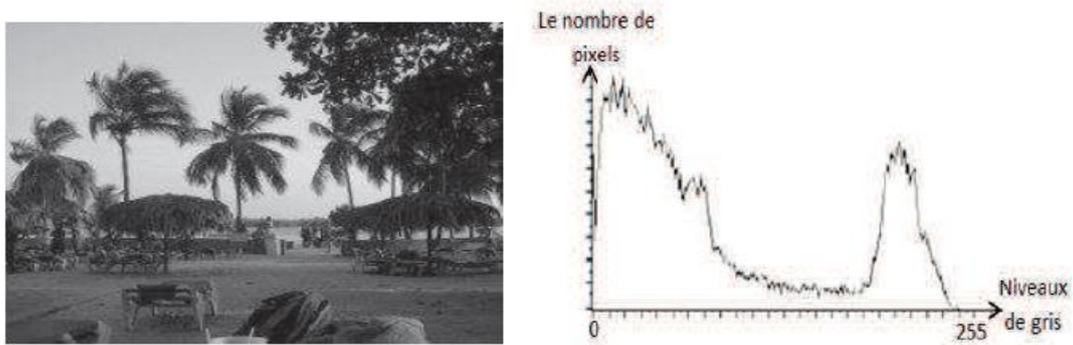


**Figure 1.15 :** Exemple de bruit gaussien et impulsionnel

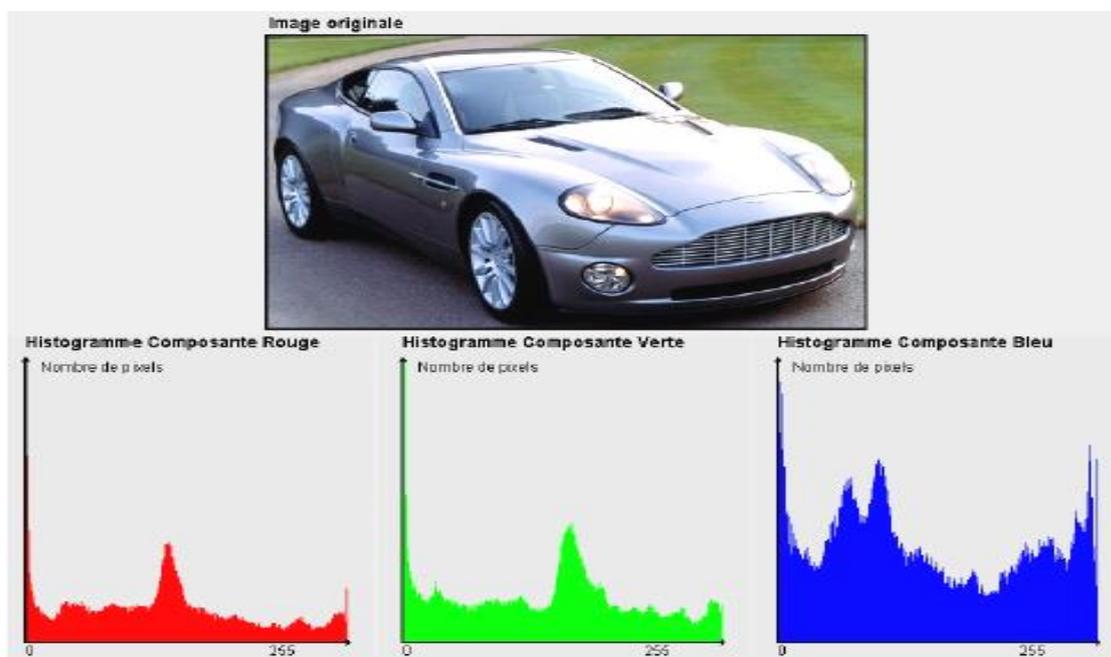
### 1.2.10 Histogramme :

L'histogramme des niveaux de gris ou des couleurs d'une image est une fonction qui donne la fréquence d'apparition de chaque niveau de gris (couleur) dans l'image. Il permet de donner un grand nombre d'information sur la distribution des niveaux de gris (couleur) et de voir entre quelles bornes est répartie la majorité des niveaux de gris (couleur) dans le cas d'une image trop claire ou d'une image trop foncée (voir figure 1.16 et 1.17).

Il peut être utilisé pour améliorer la qualité d'une image (Rehaussement d'image) en introduisant quelques modifications, pour pouvoir extraire les informations utiles de celle-ci.



**Figure 1.16** : Exemple d'histogramme d'une image à niveau de gris.



**Figure 1.17** : Exemple d'histogramme d'une image couleur.

### 1.3 Techniques du traitement d'images :

Il existe une variété de techniques du traitement d'images, nous allons présenter quelques-unes :

#### 1.3.1 Binarisation :

La Binarisation (le seuillage) est la technique de classification la plus simple, où les pixels de l'image sont partagés par un seul seuil  $S$  en deux classes :

Ceux qui appartiennent au fond et ceux qui appartiennent à la scène (l'objet), comme l'indique la figure 1.18. L'image est alors séparée en deux classes de façon à ce que l'information comprise entre 0 et S. [7]

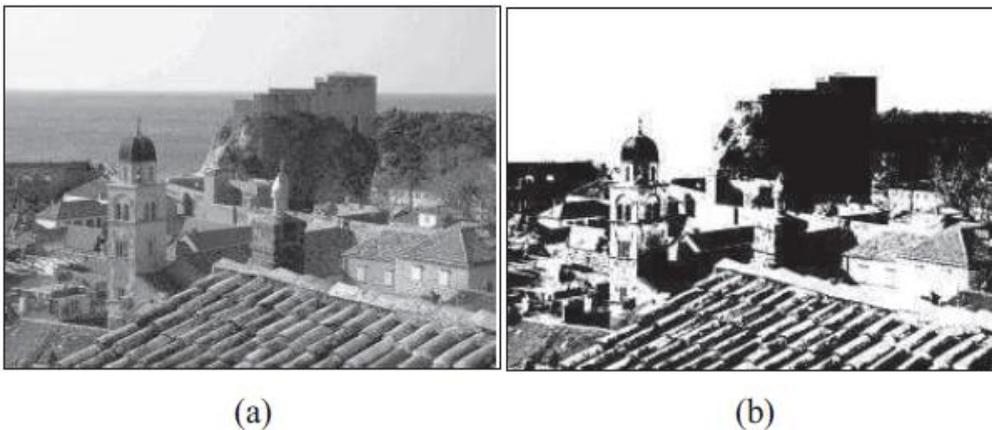
La formule de binarisation est comme suit :

$$g(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{si } f(x, y) < S \\ 255 & \text{si } f(x, y) \geq S \end{cases}$$

$g(x, y)$  : image de sortie

$f(x, y)$  : image d'entrée

S : seuil de binarisation



**Figure 1.18** : Binarisation d'une image (a) image originale, (b) image binarisée.

### **a) Binarisation globale :**

Le seuil est calculé de façon à être unique pour tous pixels de l'image. Cette méthode utilise un seul seuil, parmi ces méthodes on trouve la méthode d'Otsu.

### **b) Binarisation locale :**

Dans ce cas le seuil est différent d'un pixel à l'autre, et dépend essentiellement du voisinage. On fait balayer une fenêtre de taille impaire à travers l'image, et pour chaque pixel central on calcule son seuil, parmi les méthodes on trouve la méthode de Niblack.

## - Méthode Otsu :

La méthode d'Otsu est un méthode globale utilisée pour effectuer un seuillage automatique à partir de la forme de l'histogramme de l'image , ou la réduction d'une image à niveaux de gris en une image binaire (voir la figure 1.19). L'algorithme suppose alors que l'image à binarisée ne contient que deux classes de pixels, (c'est-à-dire le premier plan et l'arrière-plan) puis calcule le seuil optimal qui sépare ces deux classes afin que leur variance intra-classe soit minimale. [8]



Image originale



Image binarisée (Otsu)

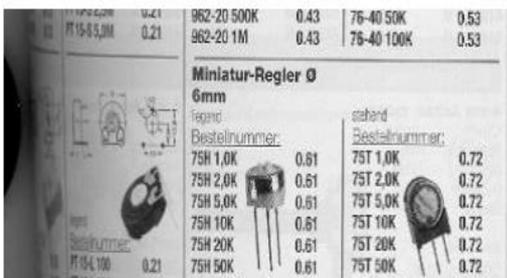


Image originale

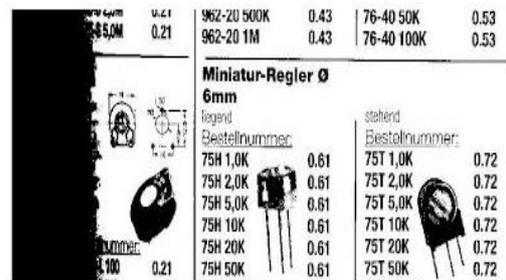


Image binarisée (Otsu)

**Figure 1.19 :** Binarisation par la méthode Otsu

### 1.3.2 Filtrage :

Le filtrage des images est un traitement local utilisé principalement pour réaliser une analyse spatiale d'une image. Son objectif est d'accentuer les variances d'intensité de l'image, ou de détecter les contours et de réduire les bruits existants [8]. Il existe un grand nombre de filtres, on peut les classer en deux grandes catégories, Les filtres linéaires et les filtres non linéaires.

#### a) Filtres linéaires :

Un filtre linéaire transforme un ensemble de données d'entrée en un ensemble de données de sortie selon une opération mathématique appelée convolution. Il permet pour chaque pixel de la zone à laquelle il s'applique, de modifier sa valeur en fonction des valeurs des pixels avoisinants [8]. Il existe plusieurs filtres linéaires, nous allons présenter quelques-uns :

##### -Filtre moyeneur :

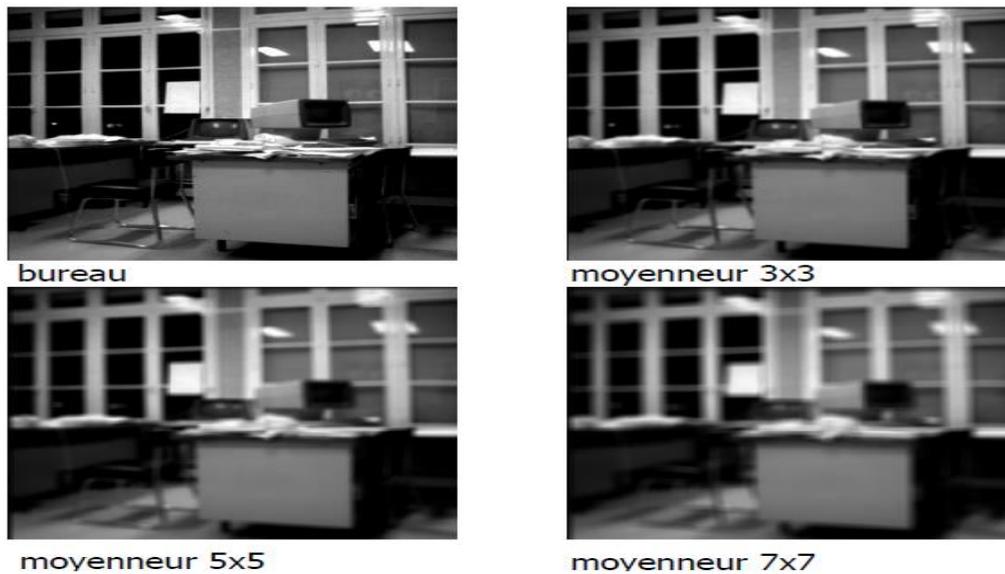
Le filtre moyeneur est un filtre passe-bas dont le principe est de faire la moyenne des valeurs des pixels avoisinants. Le résultat de ce filtre est une image plus floue.

Ce filtre peut être mis sous la forme du masques suivant : (voire figure 1.20)

$$\begin{array}{c} 1/9 \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \\ \text{filtre 3x3} \end{array} \qquad \begin{array}{c} 1/25 \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \\ \text{filtre 5x5} \end{array}$$

**Figure 1.20 :** Exemples du Masques d'un filtre moyeneur.

Les effets du filtre moyeneur, varient avec la taille du masque plus la taille du maque est gros plus le bruit sera éliminé, mais en contre partie peut créer une apparence artificielle, des détails fins seront eux-aussi effacés et les contours (voir figure 1.21).



**Figure 1.21:** Exemple de filtre moyenneur

**-Filtre gaussien:**

Le filtre gaussien donne un meilleur lissage et une meilleure réduction du bruit que le filtre moyenne. Ce filtre peut être mis sous la forme du masque suivant : (voir figure1.22 et 1.23)

$$\begin{array}{c}
 1/16 \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \\
 \text{filtre } 3 \times 3
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{c}
 1/256 \begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \\ 4 & 16 & 24 & 16 & 4 \\ 6 & 24 & 36 & 24 & 6 \\ 4 & 16 & 24 & 16 & 4 \\ 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{bmatrix} \\
 \text{filtre } 5 \times 5
 \end{array}$$

**Figure 1.22 :** Exemples du Masques d'un filtre gaussien.



**Figure 1.23 :** Exemple de filtre gaussien.

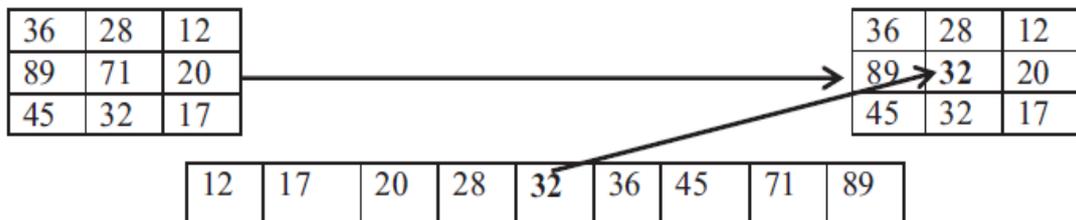
## b) Filtres non linéaires :

Ces filtres conçus pour régler les problèmes des filtres linéaires, surtout ce qui concerne la mauvaise conservation des contours. Leur principe est le même que les filtres linéaires, il s'agit toujours de remplacer la valeur de chaque pixel par la valeur d'une fonction calculée dans son voisinage. La différence est que cette fonction n'est plus linéaire mais une fonction quelconque [8]. Les filtres non linéaires les plus connus sont :

### -Filtre médian:

Le filtre médian appartient à la famille des filtres d'ordre. Les filtres d'ordre procèdent en remplaçant la valeur de chaque pixel par la valeur du pixel qui occupe un certain rang lorsqu'on trie les valeurs des pixels rencontrés dans un certain voisinage de ce pixel.

La valeur du pixel central est remplacée par la valeur médiane de tous les pixels de la fenêtre d'analyse centrée sur ce pixel (voir figure 1.24). Le filtrage médian est très robuste à différents types de bruit.



**Figure 1.24** : Principe du filtre médian.

### -Le filtre maximum et minimum :

On applique le même traitement que celui du filtre médian mais la valeur du pixel du centre va être remplacée par le maximum. Par contre dans le cas du filtre minimum la valeur du pixel du centre va être remplacée par le minimum.

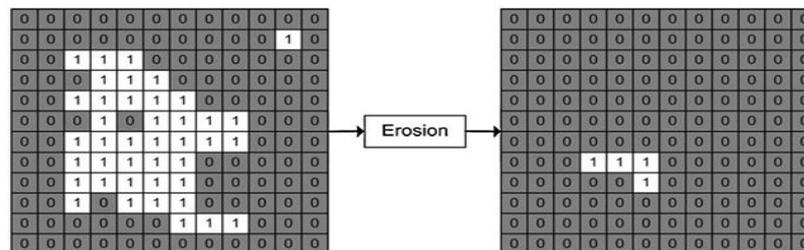
### 1.3.3 Morphologie mathématique :

La morphologie mathématique est une théorie et technique mathématique et informatique d'analyse de structures, elle est liée avec l'algèbre et s'effectue sur une image binaire. Une des idées de base de la morphologie mathématique est d'étudier ou de traiter un ensemble à l'aide d'un autre ensemble, appelé élément structurant (masque binaire constitué de pixels blancs et noirs), qui sert de sonde.

A chaque position de l'élément structurant, on regarde s'il touche ou s'il est inclus dans l'ensemble initial. En fonction de la réponse, on construit un ensemble de sortie. On obtient ainsi des opérateurs de base qui sont relativement intuitifs.

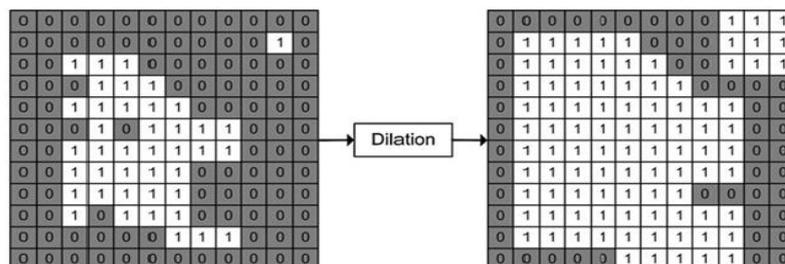
Parmi les opérations les plus importantes de la morphologie mathématique on cite : érosion et dilatation, l'ouverture et la fermeture.

- **Erosion** : éliminé les pixels noire isolés. Le résultat de cette opération est la diminution de la taille des objets présents dans l'image (voir figure 1.25).



**Figure 1.25:** Opération érosion

- **Dilatation** : éliminé les pixels blancs isolés mais ajoute des pixels noirs au contour des objets présents dans l'image (voir figure 1.26). Le résultat de cette opération est l'augmentation la taille de ces objets.

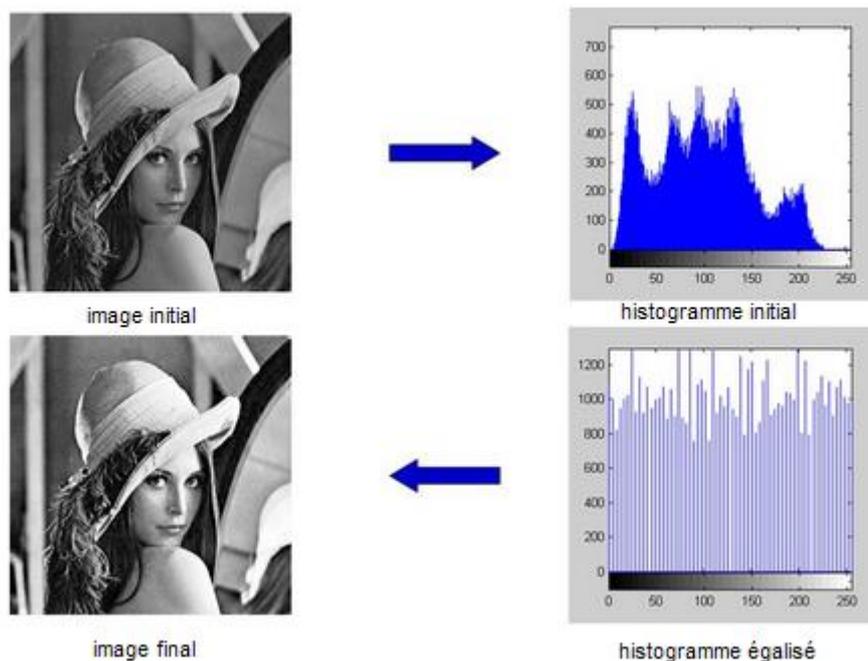


**Figure 1.26:** Opération Dilatation

- **Ouverture** : constituée par une opération d'érosion suivie d'une dilatation. Elle permet de retrouver les taches noires dans l'image.
- **La fermeture** : l'opération inverse de l'ouverture, qui consiste à faire subir à l'image une dilatation suivie d'une érosion. elle permet d'éliminer les blancs qui se trouvent dans l'objet. [10]

### 1.3.4 Égalisation d'histogramme:

L'égalisation d'histogramme sert à améliorer le contraste. Il faut la faire en s'assurant que les niveaux de gris des pixels de l'image résultante soient uniformément répartis (distribution uniforme des niveaux de gris). Cette transformation consiste à rendre le plus plat possible l'histogramme des niveaux de gris de l'image [6], comme l'indique la figure 1.27.



**Figure 1.27 :** Egalisation d'histogramme

## 1.4 Étiquetage :

L'étiquetage de régions, ou étiquetage en composantes connexes, est une opération fondamentale du traitement d'images. Ce traitement affecte un numéro d'identification, ou étiquette, à chaque composante connexe d'une image binaire (Voir figure 1.28).

Les images sont traitées ligne par ligne et nécessitent deux passes. [12]

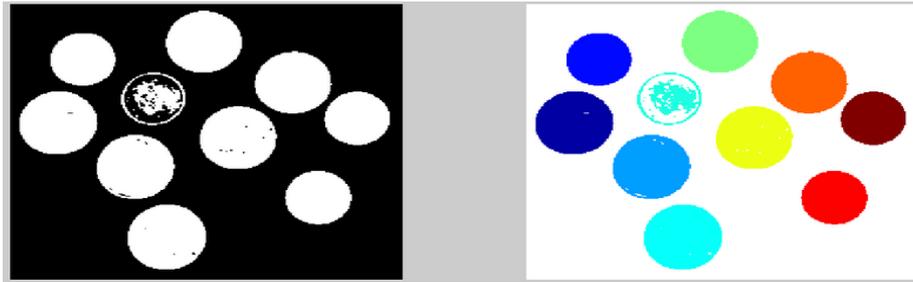


Figure 1.28 : Exemple de l'étiquetage

### ▪ Algorithme d'étiquetage : [13]

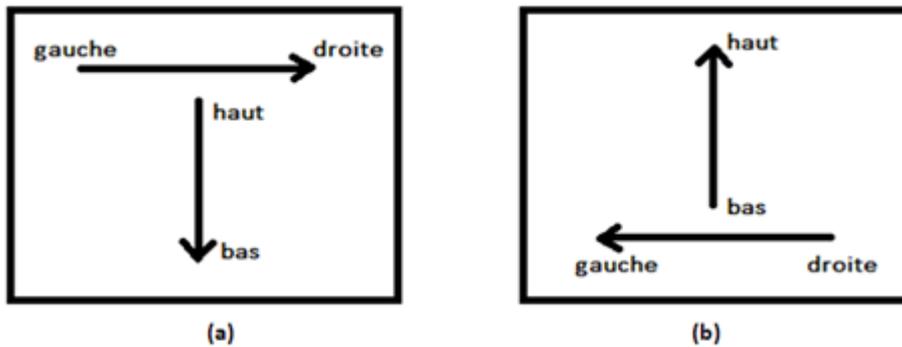


Figure 1.29: Balayage de l'image (a) premier parcours (b) Deuxième parcours

- Premier parcours, dans le sens classique :

Chaque pixel de l'image binaire qui à 1, on affecte :

- Ou
- La plus petite étiquette parmi celles de ses voisins haut et gauche.
  - Une nouvelle étiquette si aucun de ces 2 voisins n'est encore étiqueté.

- Deuxième parcours, dans le sens inverse :

Chaque pixel précédemment étiqueté, on affecte la plus petite étiquette parmi la sienne et celles de ses voisins bas et droite.

L'application de cet algorithme est représentée par la figure 1.30

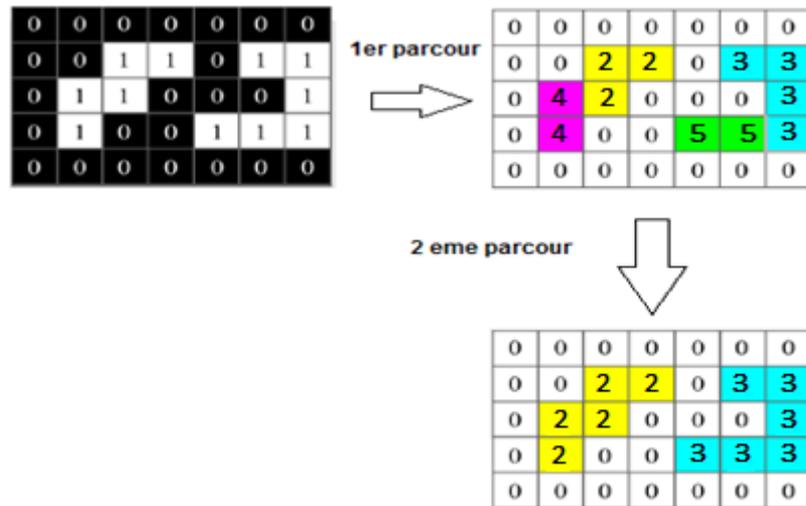


Figure 1.30: Exemple de l'étiquetage

## 1.5 Quelques applications du traitement d'image :

- Reconnaissance des faces humaines.
- Reconnaissance des plaques d'immatriculation de véhicules en temps réel.
- Détection de défauts sur faïences en temps réel.
- Correction automatique de copiés d'examen au format qcm.
- Reconnaissance de panneaux de signalisation routiers en temps réel.
- Colorisation d'images et vidéos
- Construction et correction de cartes géographiques d'après des images satellites ou des images aériennes
- Reconnaissance de l'écriture.
- Numérisation et traitement des images médicales.
- Contrôle de présence/absence

## **1.6 Conclusion:**

Nous avons introduit dans ce chapitre les notions de bases qui servent de fondement à la compréhension de différentes techniques de traitement d'images et quelques applications de domaine de traitement d'image. Plusieurs méthodes classiques de traitement ont été proposés dans la littérature, nous avons présenté quelques unes qui nous semble les plus courantes et essentielles dans le processus du traitement et analyse d'image.

# CHAPITRE 2: Correction automatique de copies au format QCM

## 2.1 Introduction:

Un QCM (Un questionnaire à choix multiples) se compose d'un ensemble de questions structuré. Cet ensemble vise un objectif global diagnostique, formatif, ou sommatif par rapport au contenu d'une formation.

Ce chapitre présente une méthode de correction automatique de copies d'examen au format QCM en utilisant le traitement d'images. Le model de copie qcm doit être bien choisi afin d'accomplir cette tâche (voir la figure 2.1).

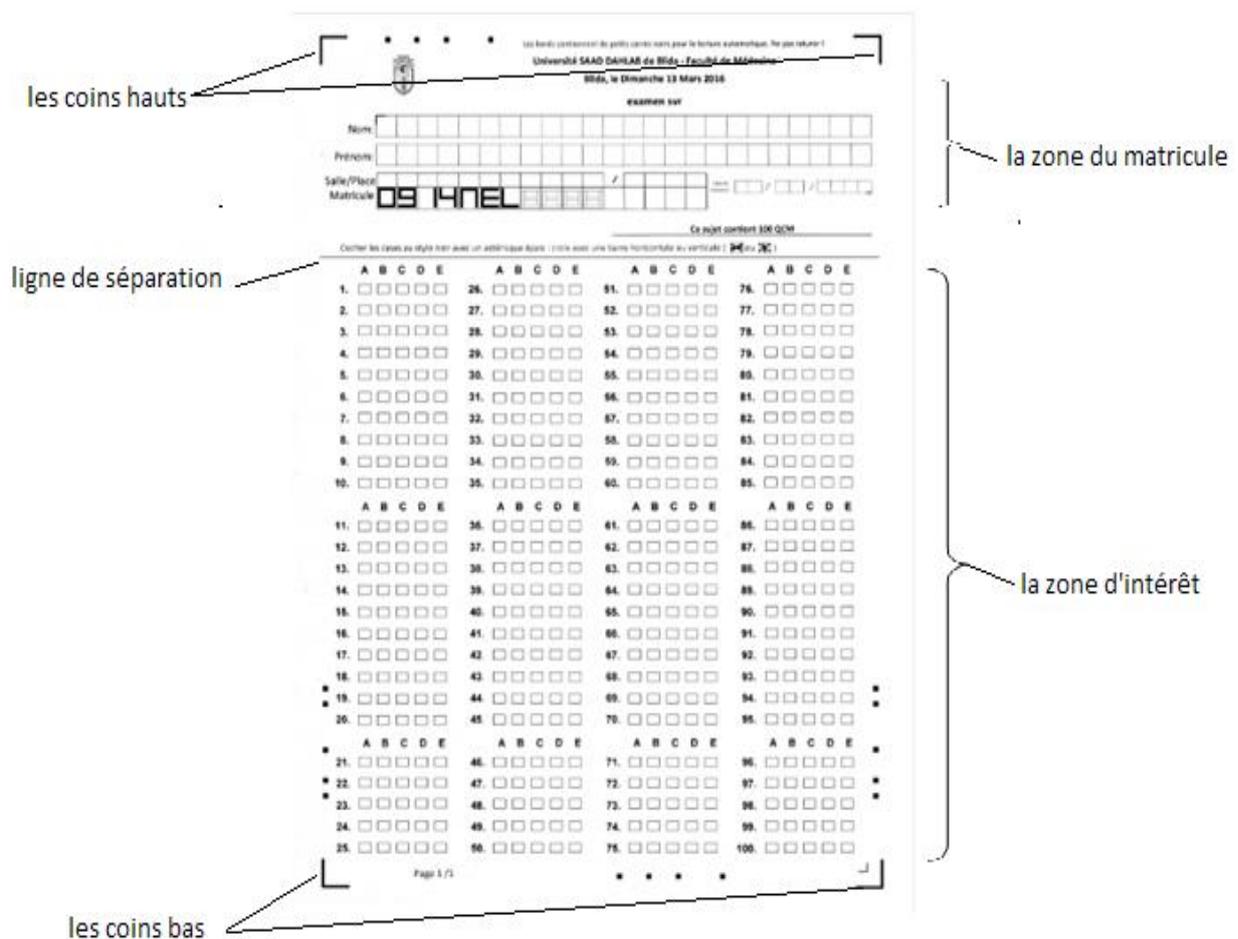
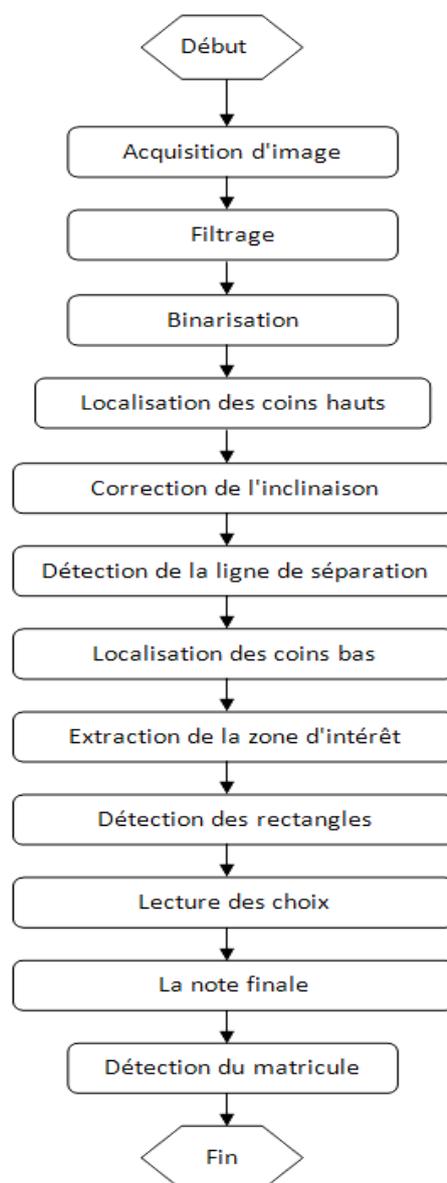


Figure 2.1: Le model de QCM utilisé avec différents bloc

Tout d'abord la copie d'examen est acquise avec un scanner à plat numérique(voir figure2.2) pour obtenir une image numérique, puis un certain nombre de traitements est appliqué à cette image selon l'organigramme (voir figure 2.3).



**Figure 2.2:** Scanner à plat numérique.



**Figure 2.3:** Schéma synoptique de la méthode proposée.

## 2.2 Acquisition d'images :

Le système d'acquisition utilisé est un scanner de marque Epson Cx 3900. La résolution du scanner (finesse de numérisation) est réglée sur 300 ppp (pixel par pouce). L'image acquise est en niveaux de gris codé sous 8 bits et au format A4 (3507 x 2480), comme l'indique la figure 2.4.

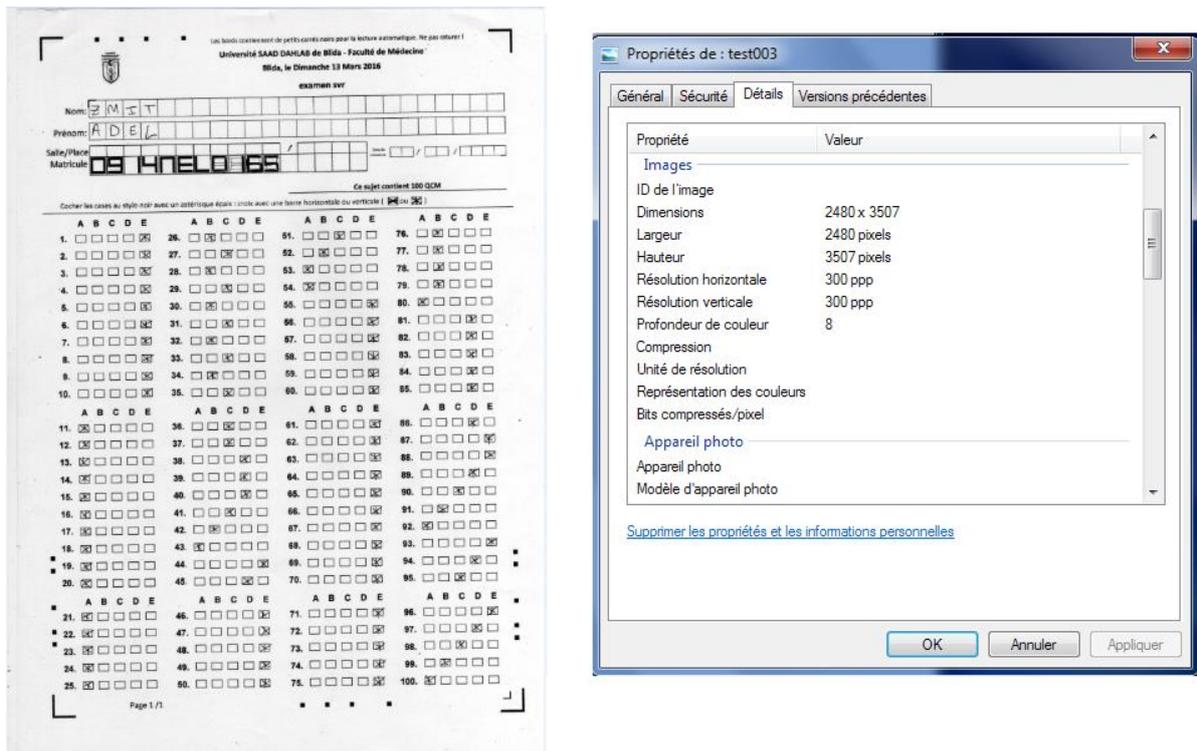


Figure 2.4: Exemple d'une image scannée et ses propriétés

## 2.3 Filtrage :

Tout d'abord un filtre gaussien de taille 7 x 7 est appliqué à l'image à niveau de gris pour réduire le bruit et garder les traits.

## 2.4 Binarisation :

Dans cette étape, la méthode d'OTSU est utilisée pour déterminer un seuil de binarisation de l'image filtrée. Les pixels qui ont une valeur supérieure auront la valeur max égale à 255 (blanc) et ceux qui ont une valeur inférieure auront la valeur min égale à 0 (noir).

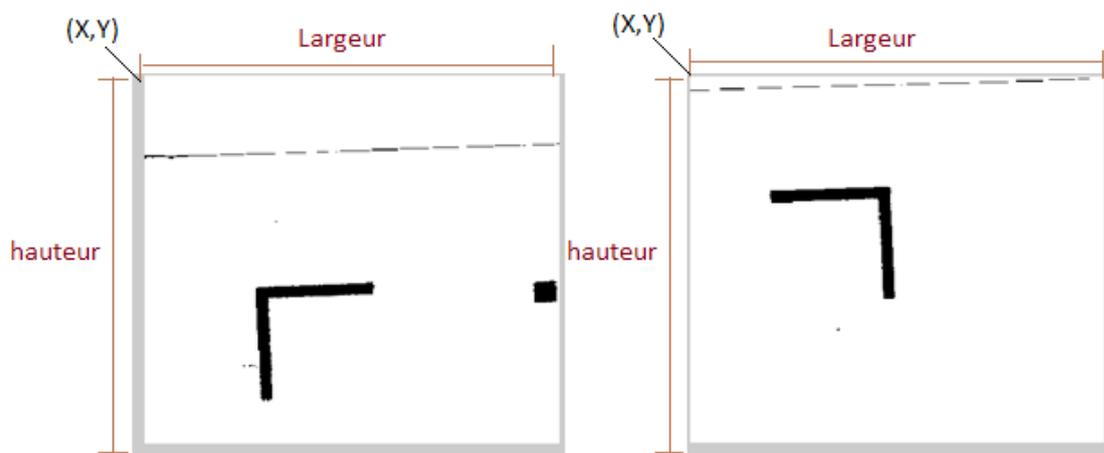
## 2.5 Localisation des coins hauts:

Pour localiser des coins hauts de la copie d'examen, nous proposons les étapes suivantes:

- ✓ **Découpage des deux parties hautes de l'image (partie gauche et droite)** (voir figure 2.5)

La hauteur et la largeur des parties découpées sont fixées à :

- Partie gauche ( $X=0, Y=0$ , Hauteur=360 pixel, Largeur= 380 pixel)
- Partie droite ( $X=2100, Y=0$ , Hauteur=360 pixel, Largeur= 380 pixel)



**Figure 2.5:** Découpage d'images (partie haut gauche et partie haut droit)

- ✓ **L'étiquetage :**

Cette opération affecte un numéro d'identification à chaque composante connexe d'une image (séparer les différents objets). (voir figure 2.6)



**Figure 2.6:** Résultat du l'étiquetage de l'image découpée.

✓ **Calcul du nombre de pixels de chaque étiquette :**

Le but de cette opération est de trouver l'objet ayant un nombre de pixels maximal.

Le nombre des pixels blanc est calculé pour chaque objet, pour prendre l'objet ayant un plus grand nombre de pixels.

Donc l'objet qui a le plus grands nombre de pixels blanc représente un coin.

✓ **Calcul des coordonnées de centre de gravité des coins :**

Les équations suivantes sont utilisées pour calculer les coordonnées du centre de gravité  $x_g$  et  $y_g$  :

$$m_{00} = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(X, Y) \dots \dots \dots (2.1)$$

$$X_g = \frac{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(X, Y) \cdot X}{m_{00}} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$Y_g = \frac{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(X, Y) \cdot Y}{m_{00}} \dots \dots \dots (2.3)$$

$f(X, Y)$ : l'image d'entrée.

$m_{00}$  : Le nombre de pixel de l'objet.

$X_g$ : abscisse de centre de gravité.

$Y_g$  : ordonnée de centre de gravité.



**Figure 2.7:** le Centre de gravité des coins de l'image découpée.

Les coordonnées du centre de gravité de coin gauche dans l'image initiale est exacte par contre les coordonnées droit ce n'est pas réelles pour cela on va passer a l'étape suivant.

✓ **Calcul les nouvelles coordonnées de centre de gravité de coin droit:**

Nous avons utilisée les équations suivantes:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{g1} = X_{g1} \text{ ancien} \dots\dots\dots(2.4) \\ y_{g1} = Y_{g1} \text{ ancien} \dots\dots\dots(2.5) \end{array} \right.$$

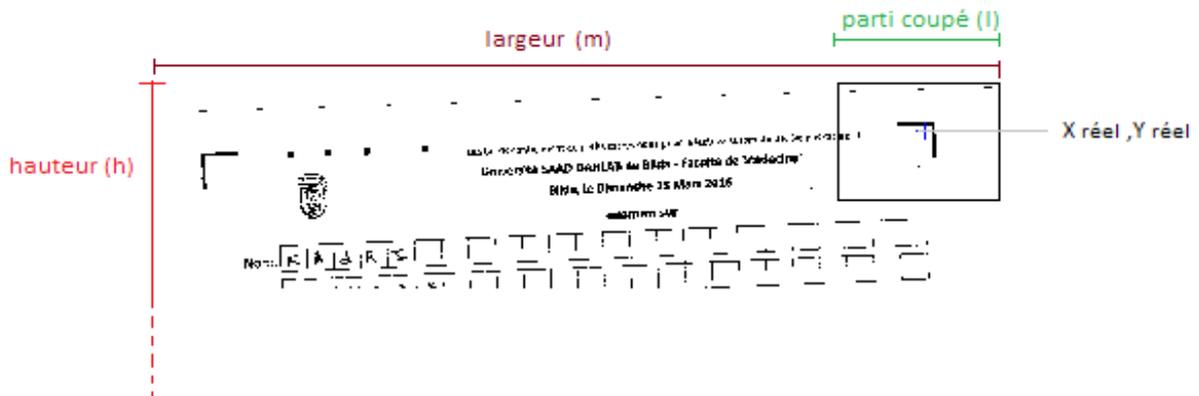
$$\left\{ \begin{array}{l} x_{g2} = m - (L - X_{g2} \text{ ancien}) \dots\dots\dots(2.6) \\ y_{g2} = Y_{g2} \text{ ancien} \dots\dots\dots(2.7) \end{array} \right.$$

$x_{g1}, y_{g1}, x_{g2}, y_{g2}$  : les nouvelles coordonnées.

$X_{g1} \text{ ancien}, Y_{g2} \text{ ancien}, X_{g2} \text{ ancien}, Y_{g2} \text{ ancien}$  : les anciens coordonnées.

m : largeur du l'image initial (2480 pixel).

L: largeur de partie coupé (380 pixel).



**Figure 2.8:** Les nouvelles coordonnées de centre de gravité de coin droit.

**2.6 Correction de l'inclinaison:**

Tout d'abord il faut calculer l'angle de rotation en utilisant les deux coordonnées des centres de gravité trouvés précédemment :

- { Coin gauche ( $x_{g1}, y_{g1}$ ).
- { Coin droit ( $x_{g2}, y_{g2}$ ).

L'équation utilisée est la suivante :

$$angle = atan\left(\frac{yg2-yg1}{xg2-xg1}\right) \dots\dots\dots(2.8)$$

La rotation est faite autour de l'origine (0,0).

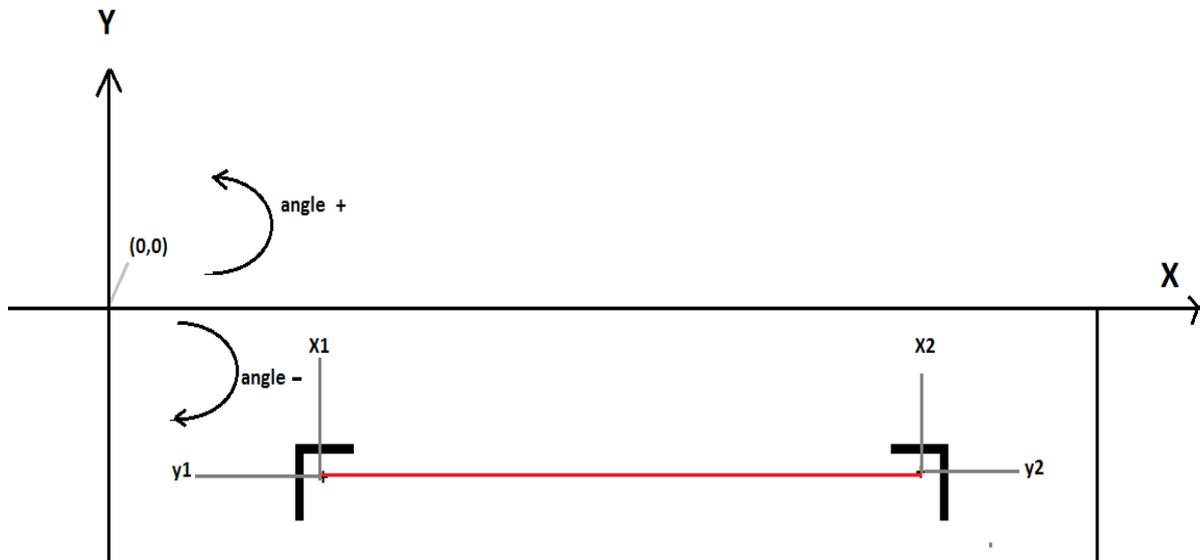


Figure 2.9: Rotation d'une image autour de son origine.

Quand on fait la rotation, des pixels noirs sont ajoutés autour de l'image (voir figure2.10)

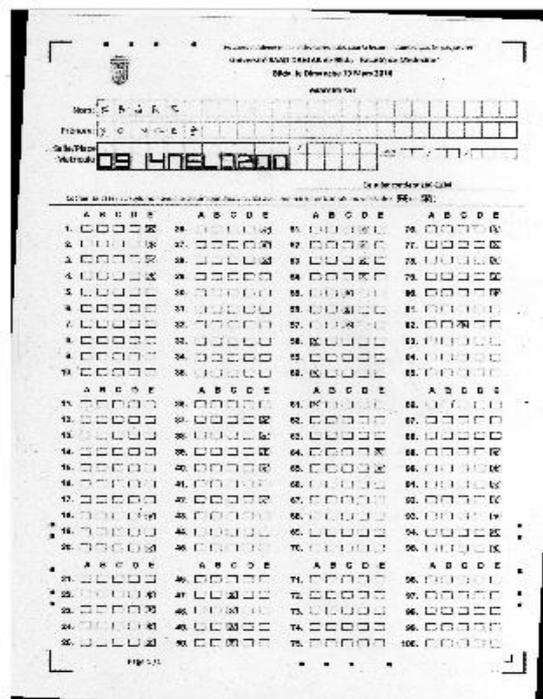


Figure 2.10: Rotation de l'image avec des bordures noires.

Pour éliminer les bordures noires nous proposons la méthode suivante:

L'image de rotation doit être binarisée (1 pour la couleur blanche et 0 pour la couleur noire).

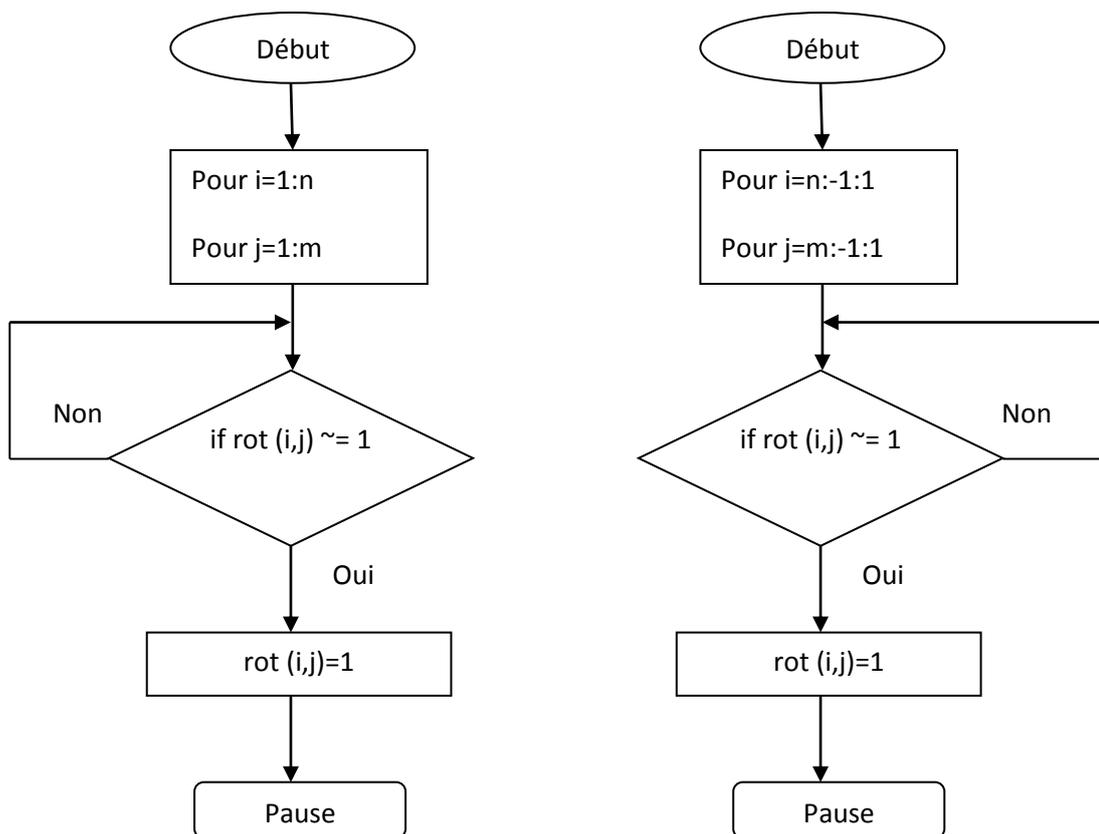
**1<sup>er</sup> étape :**

Balayage de l'image en sens direct (gauche vers droit) :

Si chaque pixel de coordonnée (i, j) de l'image n'est pas égale à 1, Alors cette valeur prendra la valeur 1.

**2<sup>eme</sup> étape :**

Balayage de l'image en sens inverse (droit vers gauche).



**Figure 2.11:** Organigramme de la méthode proposé (élimination des pixels noires)

## 2.7 Détection de la ligne de séparation:

Pour trouver la position de la ligne de séparation, on applique les étapes suivantes:

- ✓ **Découpé une partie de l'image trouvée précédemment** (voir figure 2.12)

La position de la partie découpée est déterminée expérimentalement, et comme suit:

X= 0  
Y=850  
Largeur =2480  
Hauteur= 260

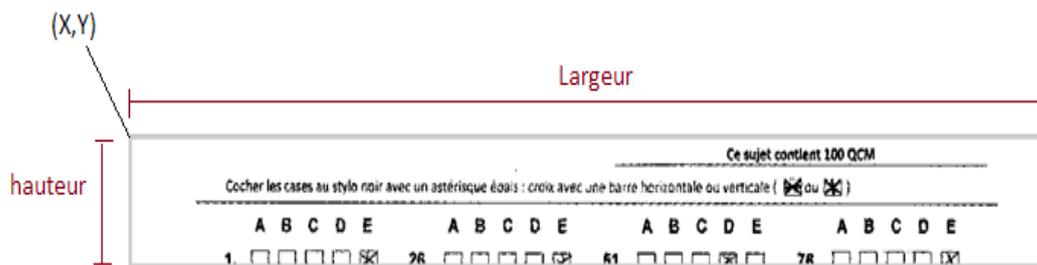


Figure 2.12:Image découpée pour détecter la ligne de séparation.

- ✓ **Faire un étiquetage et de prendre que la ligne.**

Le but est de trouver l'objet qui a le nombre de pixels le plus grand. (Voir figure2.13)

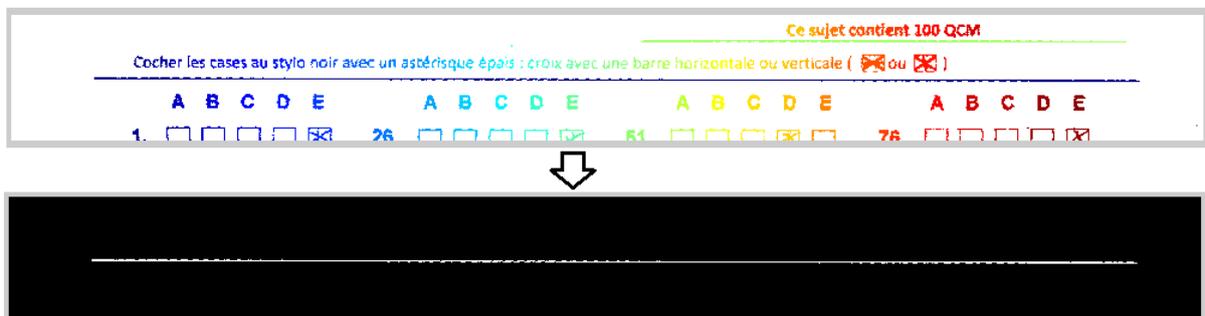


Figure 2.13: la ligne de séparation détectée.

✓ Trouver les positions du la ligne détecté:

Le but est de trouver (Mini, Maxi) dans le sens des lignes et (Minj, Maxj) dans le sens des colonnes, la méthode utilisée est implémenté suivant l'organigramme:

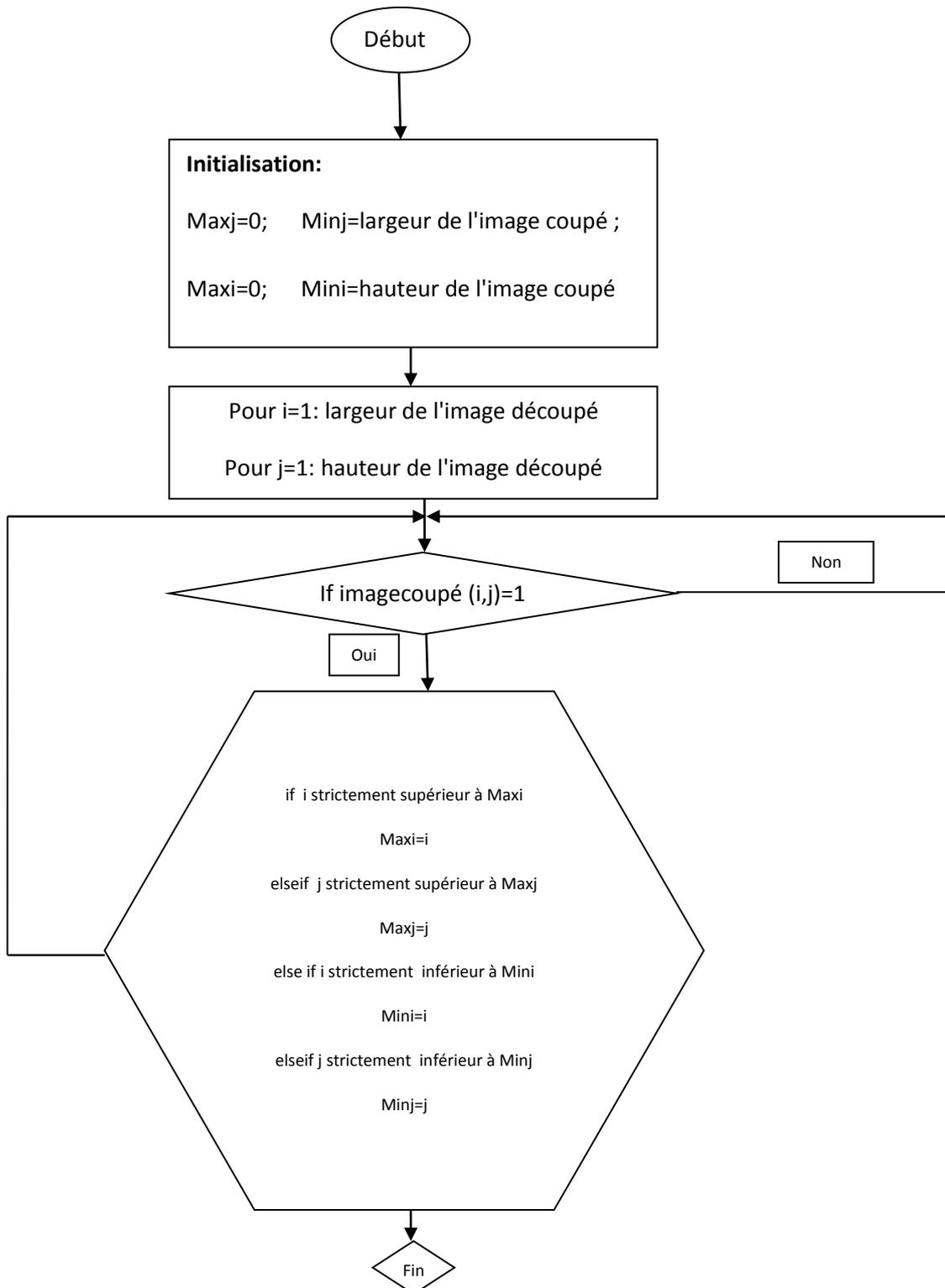


Figure 2.14: Organigramme de la méthode de détection de la ligne.

- ✓ **Trouver les positions (Maxi, Maxj, Minj, Mini) dans l'image initial:**

Les équations utilisé est suivant :

$$\text{Mini} = \text{Mini} + 850 \dots \dots \dots (2.9)$$

$$\text{Maxi} = \text{Maxi} + 850 \dots \dots \dots (2.10)$$

$$\text{Minj} = \text{Minj} \dots \dots \dots (2.11)$$

$$\text{Minj} = \text{Minj} \dots \dots \dots (2.12)$$

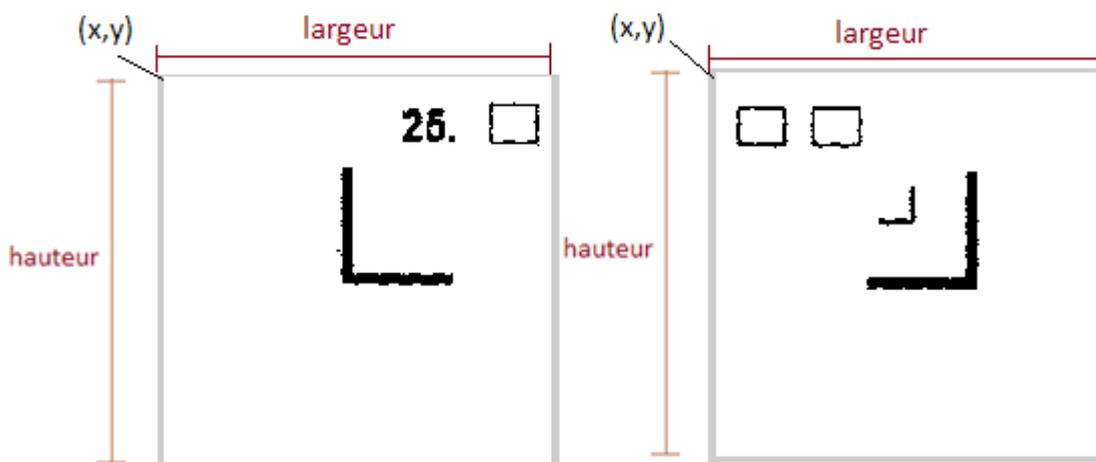
## 2.8 Localisation des coins bas:

Les étapes utilisées sont:

- ✓ **Découpé les deux parties bas de l'image (partie gauche et droit)** (voir figure 2.15)

La hauteur et la largeur de partie découpé sont fixées.

- Partie gauche (X=0, Y=3137, Hauteur=360 pixel, Largeur= 380 pixel)
- Partie droite (X=2100, Y=3137, Hauteur=360 pixel, Largeur= 380 pixel)



**Figure 2.15:** Image découpé (partie Bas gauche et partie bas droit)

- ✓ **L'étiquetage.**
- ✓ **Calculer le nombre des pixels pour chaque étiquète et trouver les coins.**
- ✓ **Calculer les coordonnées de centre de gravité des coins**

On utilise les équations (2.1), (2.2), (2.3) pour calculer le centre de gravité :

Coin bas gauche (xg3, yg3) et coin bas droite (xg4, yg4).

✓ **Calculer les nouvelles coordonnées du centre de gravité des coins bas :**

On utilise les équations suivantes:

$$\begin{cases} x_{g3} = X_{g3 \text{ ancien}} & \dots\dots\dots(2.13) \\ y_{g3} = nb - (h - Y_{g3 \text{ ancien}}) & \dots\dots\dots(2.14) \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_{g4} = mb - (l - X_{g4 \text{ ancien}}) & \dots\dots\dots(2.15) \\ y_{g4} = nb - (h - Y_{g4 \text{ ancien}}) & \dots\dots\dots(2.16) \end{cases}$$

$x_{g3}$  ,  $y_{g3}$   $x_{g4}$  ,  $y_{g4}$ : les nouvelles coordonnées.

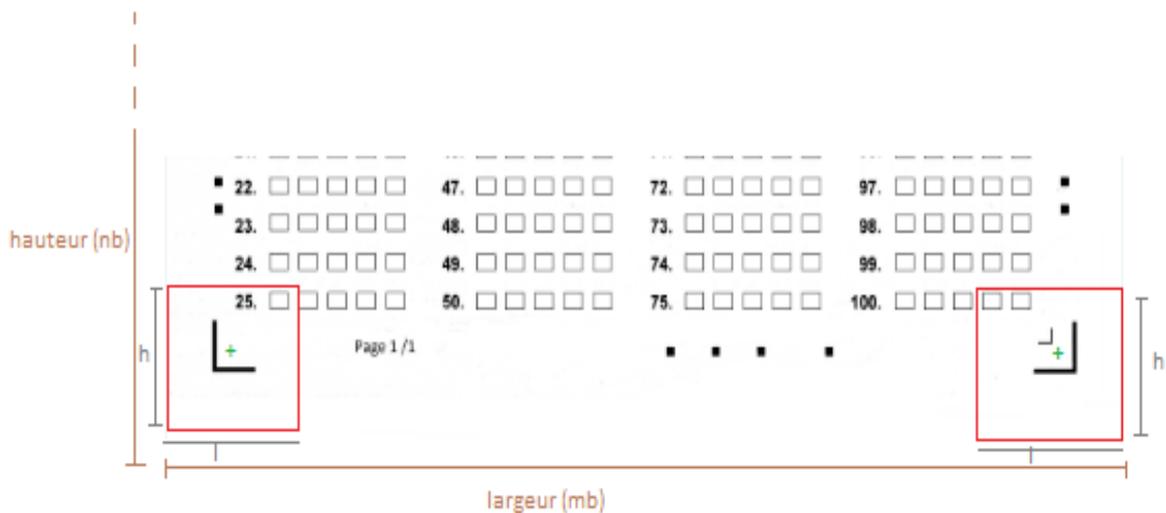
$X_{g3 \text{ ancien}}$  ,  $Y_{g3 \text{ ancien}}$   $X_{g4 \text{ ancien}}$  ,  $Y_{g4 \text{ ancien}}$  : les anciens coordonnées.

mb : largeur du l'image initial (2480 pixel).

nb : hauteur du l'image initial (3507 pixel).

l: largeur de la partie découpé (380 pixel).

h: hauteur de la partie découpé (360 pixel).



**Figure 2.16:** les nouvelles coordonnées du centre de gravité des coins bas.

## 2.9 Extraction de la zone d'intérêt :

A partir des coordonnées trouvés précédemment la zone intérêt est découpées.

En utilisant : Maxi,  $xg3$ ,  $yg3$ ,  $xg4$ , la position de la partie découpée (voir figure2.17) est comme suit:

- $x=xg3$
- $y=Maxi$
- Largeur  $=xg4-xg3$
- Hauteur  $= yg3-Maxi$

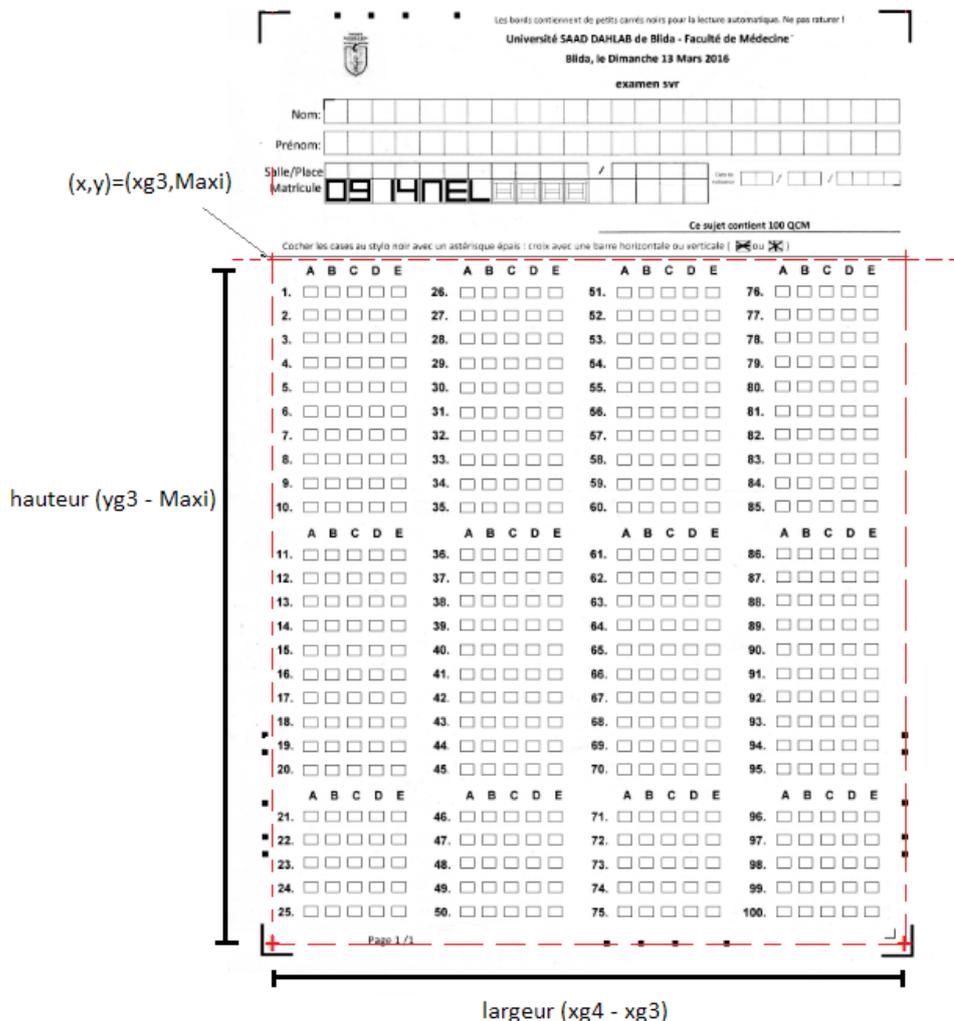


Figure 2.17: Extraction de la zone d'intérêt

## 2.10 Détection des rectangles :

La méthode utilisée pour la détection des rectangles est basée sur l'histogramme de projection.

- **Histogrammes de projection:**

L'histogramme de projection est depuis très longtemps utilisé dans le domaine de la reconnaissance des formes. Son principe est de sommer le nombre de pixels noirs ou bien blanc de chacune des lignes (respectivement des colonnes) de l'image binaire de la forme (figure 2.18).

La projection d'histogrammes a été introduite en 1956 par Glauber, cette technique est principalement utilisée pour la segmentation des caractères, des mots et de lignes de texte.

La projection horizontale (respectivement verticale) donne le nombre de pixel de chaque ligne (respectivement colonne).

Toutefois, la projection d'histogramme est très sensible à la rotation et dans une certaine mesure, la variabilité dans le style d'écriture.

En outre, des informations importantes sur le caractère forme semble être perdu [14].



**Figure 2.18:** Histogramme horizontale et verticale du chiffre 5.

**Remarque :** L'image de la zone intérêt utilisée doit être binarisée (1 pour les pixels blancs et 0 pour les pixels noirs).

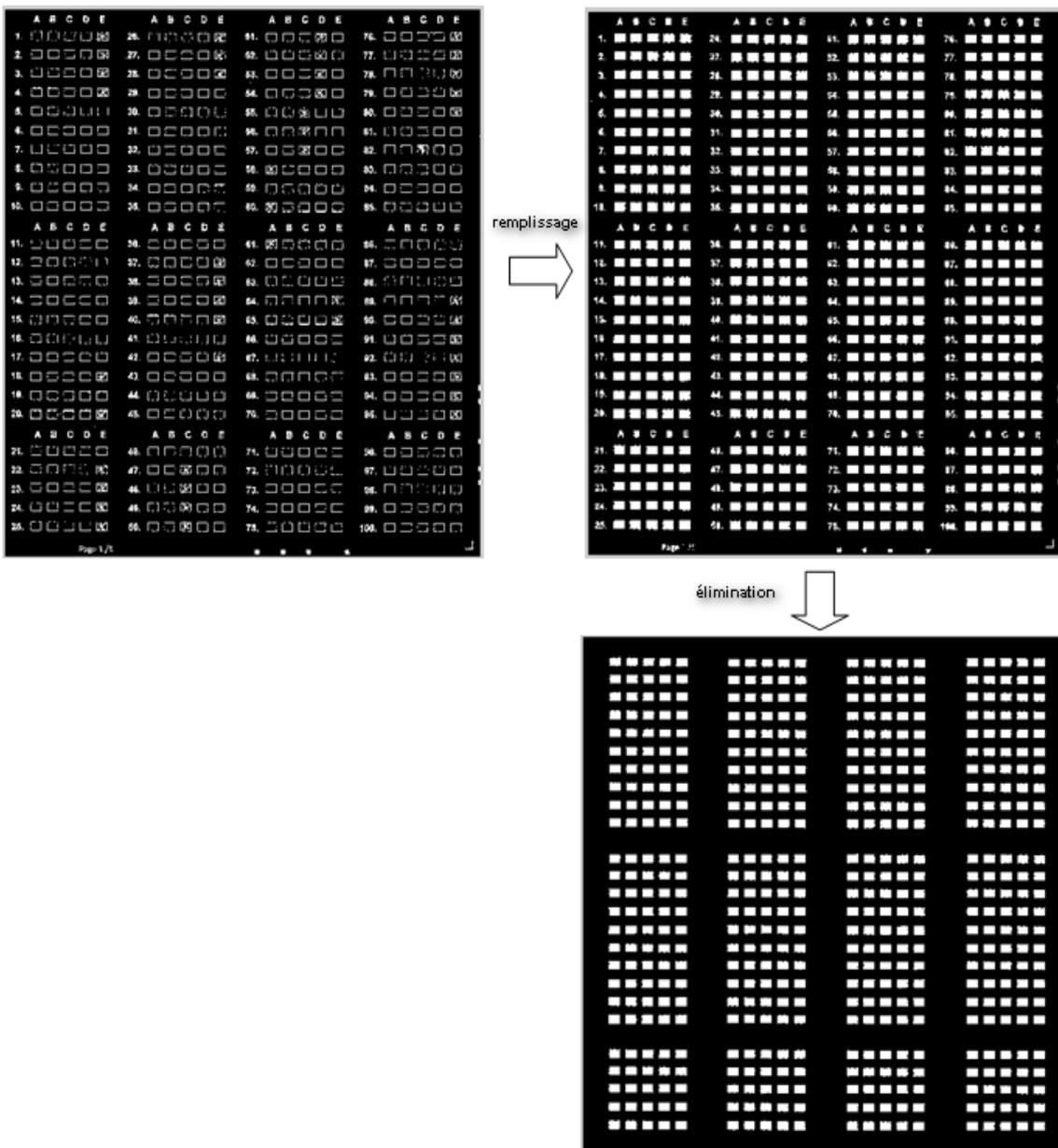
Avant de calculé l'histogramme de projection verticale et horizontale il faut garder que les rectangles. Pour cela les opérations suivantes sont utilisées :

✓ **Remplissage des régions:**

Le but de cette opération est de remplir les rectangles par des pixels (voir la figure 2.19)

✓ **élimination des régions.**

Les régions qui ont le nombre de pixels inférieur à 1600 sont éliminées (voir la figure 2.19)



**Figure 2.19:** remplissage et élimination de régions.

➤ **Calculer d'histogramme de projection verticale et horizontale:**

Les équations utilisées sont :

$$\text{Hist}_v(y) = \sum_{x=1}^n f(x,y) \dots \dots \dots (2.17)$$

$$\text{Hist}_h(x) = \sum_{y=1}^m f(x,y) \dots \dots \dots (2.18)$$

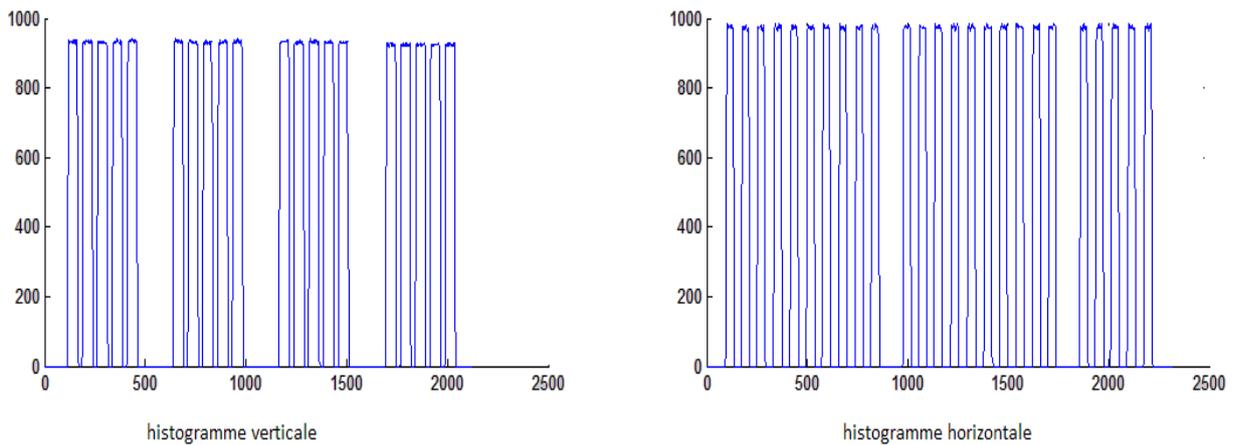
$f(x,y)$  : Image initial.

Hist\_v : Histogramme verticale.

Hist\_h : Histogramme horizontale.

n: nombres de lignes.

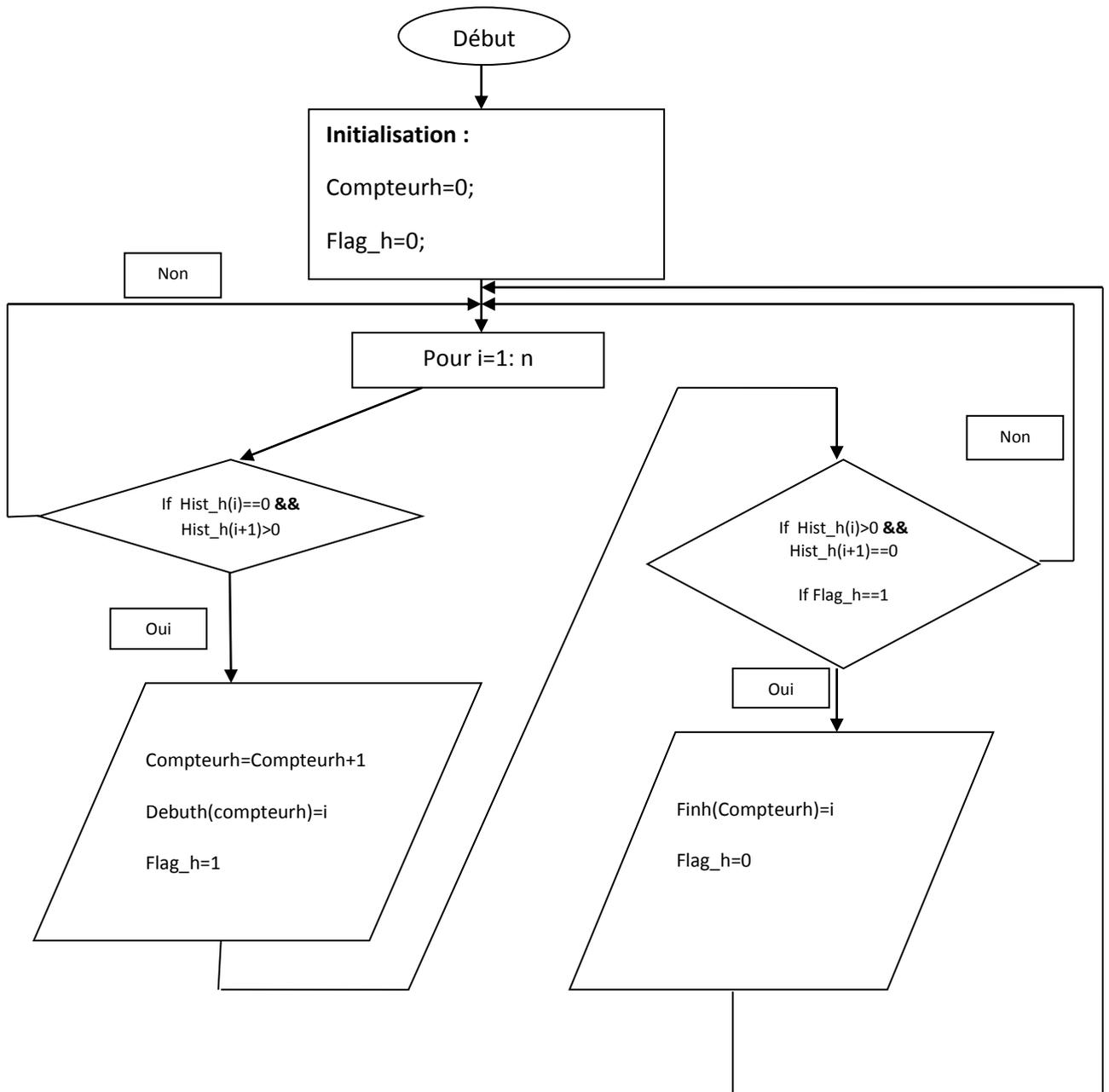
m: nombres de colonnes.



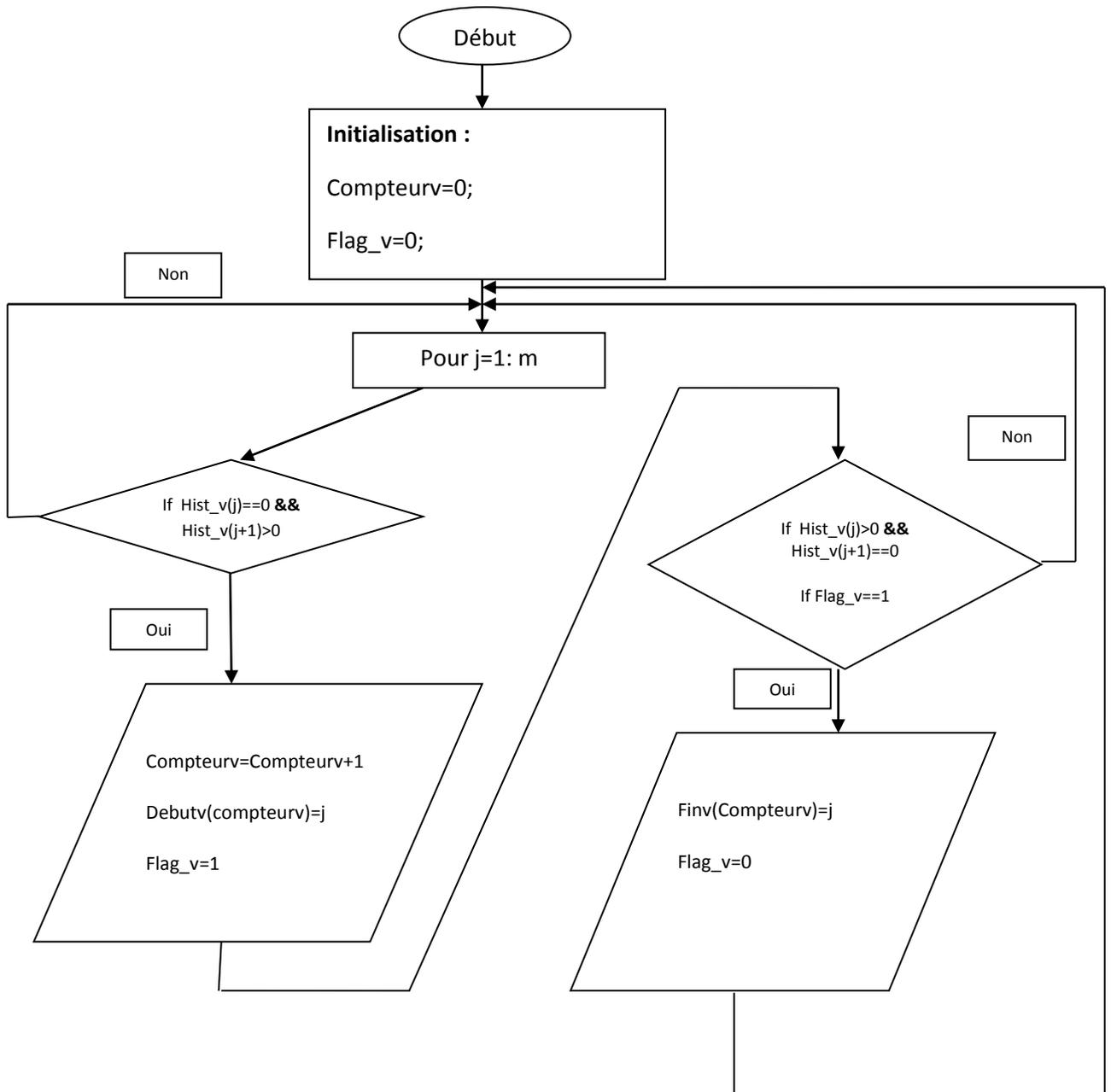
**Figure 2.20:** Histogramme verticale et horizontale de l'image de la zone d'intérêt.

➤ **Localisation des rectangles:**

A partir des histogrammes trouvés, on calcule le début de chaque front montant et la fin de chaque front descendant, la méthode est implémentée suivant les deux organigrammes des figures 2.21 et 2.22 :



**Figure 2.21:** Organigramme de localisation horizontale de rectangles.



**Figure 2.22:** Organigramme de localisation verticale des rectangles.

Donc chaque rectangle prend les coordonnées suivant le schéma de la Figure 2.23:

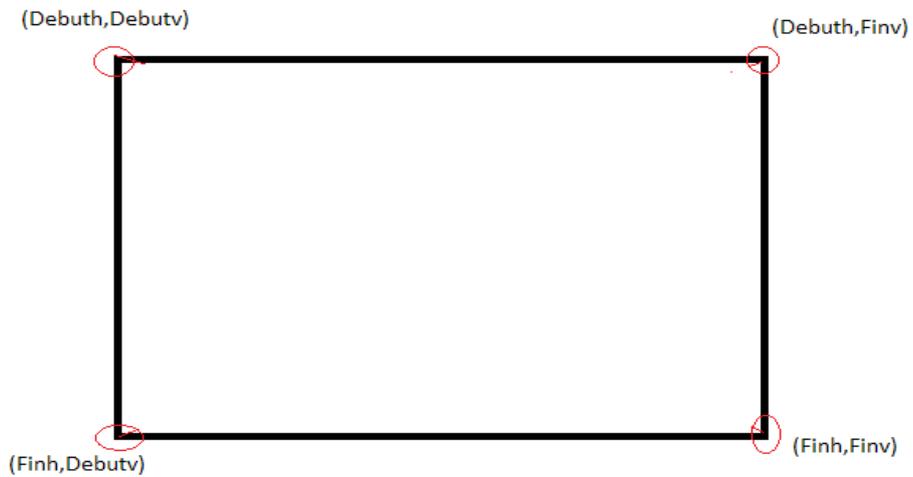


Figure 2.23: les coordonnées de rectangle.

## 2.11 Lecture des choix :

Les étapes suivantes sont appliquées à la zone d'intérêt :

- **Supprimer les pixels isolés.**
- **Trouver la zone de choix :**

On Change les positions  $(\text{Débuth}, \text{Finh}, \text{Débutv}, \text{Finv})$  pour positionné au centre de chaque rectangle: on ajoute 20 pixels pour les coordonnées  $(\text{Débuth}, \text{Debutv})$  et on retranche 20 pixels pour  $(\text{Finh}, \text{Finv})$  selon la figure 2.24).

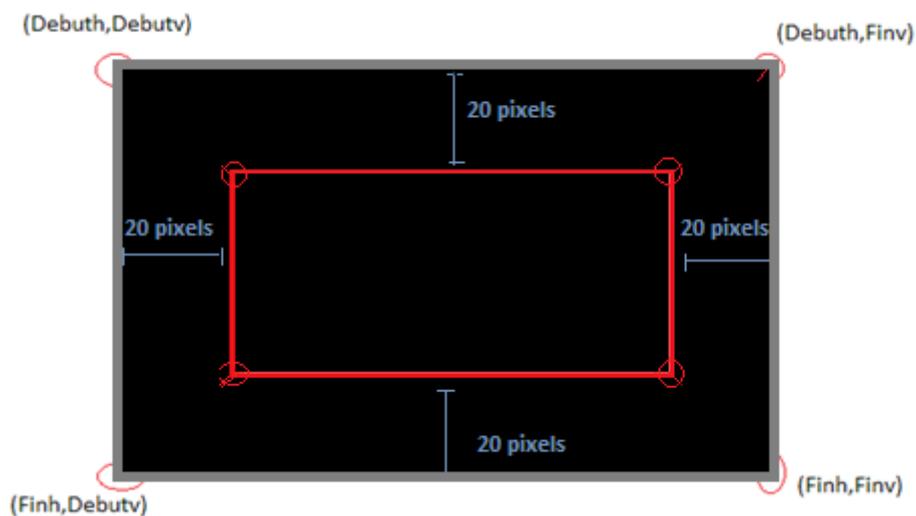


Figure 2.24: la zone de choix en rouge.

- **Extraction de chaque zone de choix.**



**Figure 2.25:** Extraction de la zone de choix. **(a)** zone coché. **(b)** zone vide.

- **Appliquer un étiquetage pour chaque zone extraite.**
- **Lecture des choix.**

On calcule le nombre d'étiquètes dans chaque zones, si le nombre d'étiquète est supérieur a zéro la zone prendre la valeur 1 sinon prendre la valeur 0.

Donc Chaque rectangle prendre une valeur soit 1 soit 0.

Les résultats sont implémentés dans une matrice C de n lignes et de m colonnes.

## 2.12 La note finale:

Les étapes sont suivantes :

- **Créer une matrice des solutions dans un fichier Excel (sol.xlsx).**

Réponse vraie => 1

Réponse faut =>0

Figure 2.26 shows an Excel spreadsheet with a grid of cells. The columns are labeled A through AA, and the rows are numbered 1 through 25. The cells contain binary values (0 or 1). The spreadsheet is color-coded by columns: columns A-F are blue, G-H are green, I-L are pink, M-N are yellow, O-P are orange, Q-R are purple, S-T are brown, U-V are red, and W-AA are light green. The data is organized into several blocks, each with a header row and a data column. For example, columns A-F have headers A-F and data in column G. Columns I-L have headers A-D and data in column M. Columns O-P have headers A-E and data in column Q. Columns S-T have headers A-E and data in column U. Columns W-AA have headers A-E and data in column V.

**Figure 2.26:** matrice de solutions au format Excel.

- Lire le fichier Excel (sol.xlsx) et extraire la matrice de solution.

La matrice extraite (sol) doit être de même dimension que la matrice C trouvé dans (2.11).

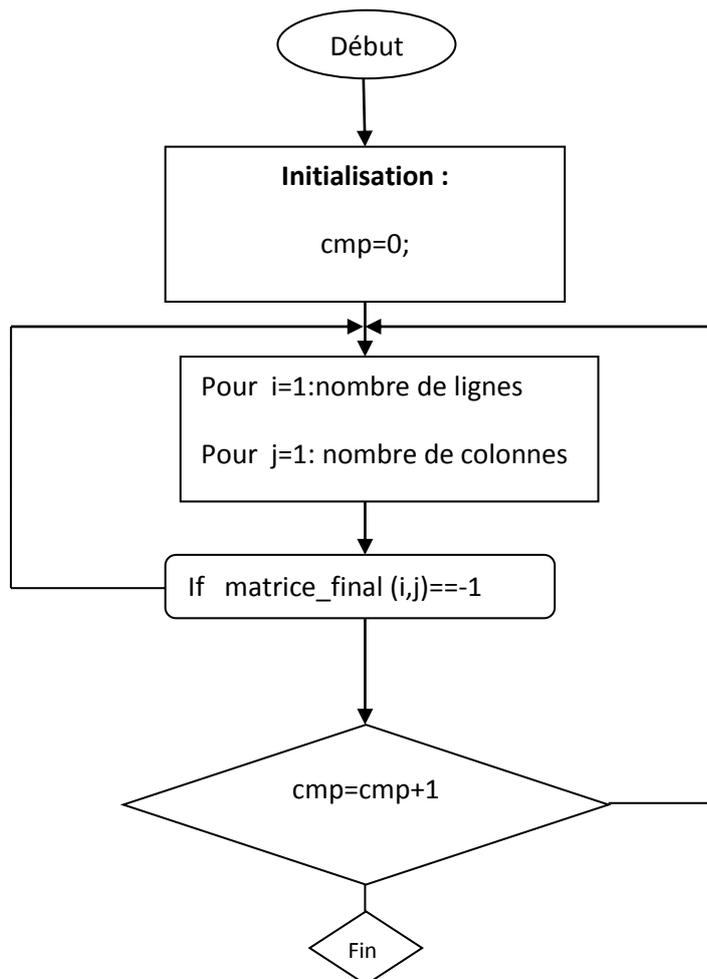
- Inverser la matrice extraite (sol) et Faire une soustraction avec la matrice C.
- Compter le nombre des réponses vrai.

Si le résultat de soustraction égale a -1 c'est a dire la réponse est juste.

Résumé:

- Lire le fichier du format Excel (sol.xlsx)
- Extraire la matrice de solution.
- Inversé la matrice extraite (sol=1-sol)
- Faire une soustraction avec la matrice C (matrice\_final=> sol-C)
- Compter le nombre des réponses vrai.

la note finale est calculée suivant l'organigramme (voir figure2.27) :



**Figure 2.27:** l'organigramme de comptage de nombre de réponses vraies.

## 2.13 Détection du matricule:

Le matricule utilisé pour la détection est composé de 8 chiffres et 3 lettres, une partie fixe et une partie qui change, L'étudiant doit écrire son matricule en noircissant les huit segments. (Voir figure 2.28).



Figure 2.28: Modèle de matricule utilisé

La méthode proposée pour la détection est suivant :

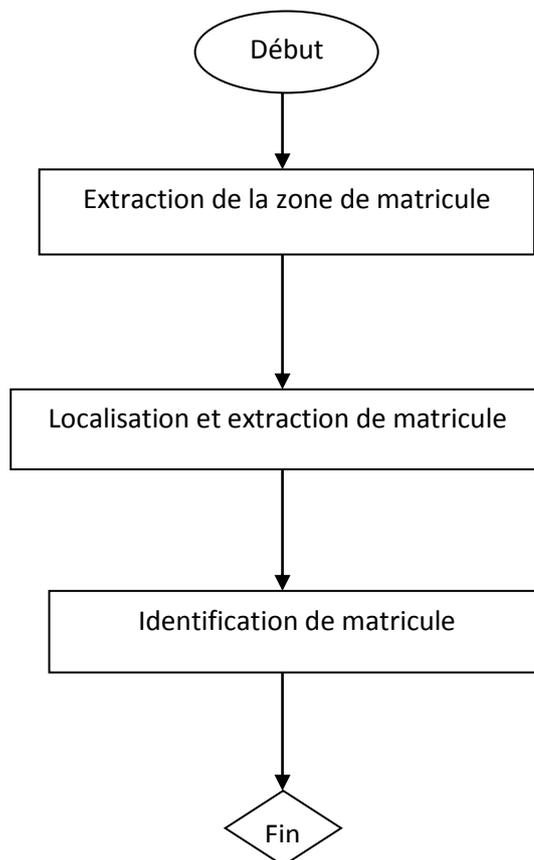


Figure 2.29: Schéma synoptique de la méthode de détection du matricule.

➤ **Extraction de la zone de matricule:**

A partir des coordonnées trouvées précédemment la zone de matricule est découpée en utilisant les résultats des équations (2.10), (2.13), (2.15)

La position de la partie découpée est comme suit:

- x=x3
- y=Mini-580
- Largeur =xg4-xg3
- Hauteur= 430



**Figure 2.30:** Extraction de la zone de matricule

➤ **Localisation et extraction de matricule:**

On utilise les opérations suivant :

- élimination des régions :

Les régions qui ont le nombre de pixels inférieur a 2000 sont éliminer (voir la figure 2.31)

Le but est de garder que les grands objets.

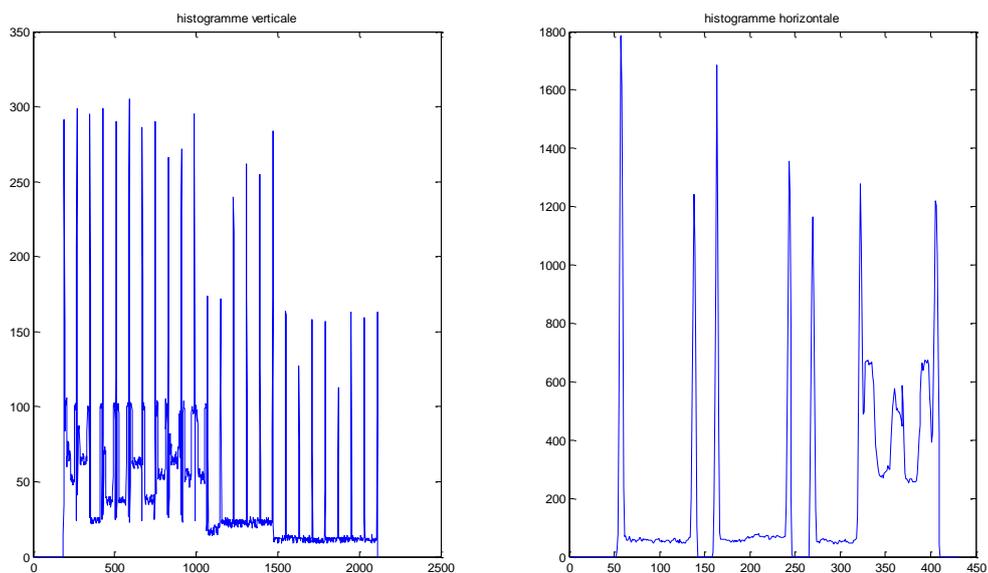


**Figure 2.31:** Résultat d'opération d'élimination des régions.

- Calculer l'histogramme de projection verticale et horizontale.

Le but de cette opération est de trouver la position de matricule.

En utilisant les équations (2.17) et (2.18) pour calculer l'histogramme vertical et horizontal, ensuite nous utilisons la méthode précédemment implémentée (figure 2.21 et 2.22) pour trouver les coordonnées (Debut<sub>h</sub>, Fin<sub>h</sub>, Debut<sub>v</sub>, Fin<sub>v</sub>).



**Figure 2.32:** histogramme verticale et horizontale de la zone de matricule.

\* La position de matricule est indiquée par la figure 2.33 comme suite :

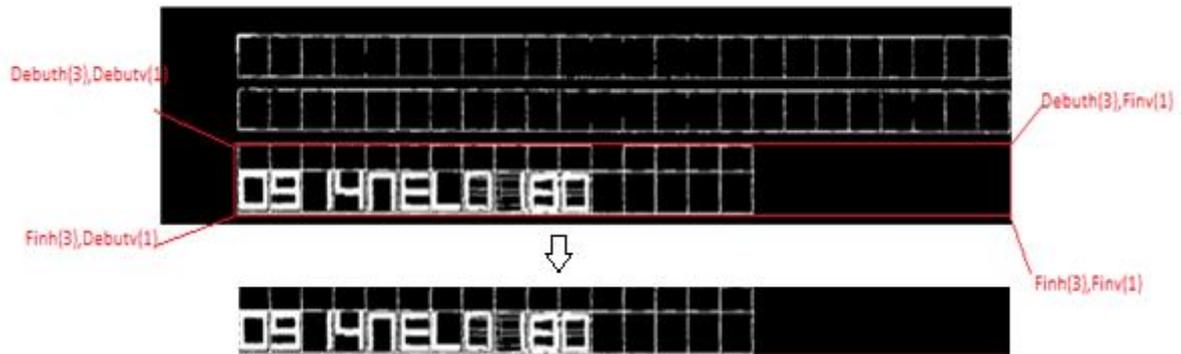


Figure 2.33: localisation et extraction de matricule.

➤ **Identification de matricule:**

Les étapes adoptées pour réaliser un telle opération, sont comme suit :

- Erosion.
- Elimination de régions: les régions ayant un nombre de pixels inférieur à 100 sont éliminées.
- Dilatation.



Figure 2.34: Résultat d'opération d'érosion suivie de dilatation.

- Normalisation de matricule : la taille utilisée est 50 X 400.
- La corrélation entre l'image de la base de données et l'image de matricule extraite.

## **2.14 Conclusion**

Nous avons présenté dans ce chapitre les différentes étapes de la méthode de correction automatique des copiés au format QCM, tel que le filtrage, binarisation, la rotation, détection des choix, détection de matricule.

## CHAPITRE 3: Implémentation et résultats

---

Ce chapitre présente tout d'abord la partie matérielle et logicielle utilisée pour notre projet, ensuite la partie résultats et discussions, en fin les résultats expérimentaux.

### 3.1 Matériels utilisés:

Nous avons utilisé comme matériels une imprimante (scanner) de marque Epson et un ordinateur portable de marque Toshiba (voir figure 3.1).



**imprimante** (scanner)

Epson Cx 3900



Fabricant : Toshiba.

Modèle : Satellite L300.

Processeur : Intel Pentium dual Core

t3400 @2.16Ghz 2.17Ghz.

Ram: 2 Go.

Disque dur: 150 GB

**Figure 3.1:** Matériel utilisés.

## 3.2 Présentation de Langage de programmation utilise:

Pour l'implémentation et le développement de l'application nous avons utilisé le langage Matlab R2012a.

### -Le langage Matlab R2012a:

MATLAB (abréviation de *Matrix LABORatory*) est un environnement complet, ouvert et extensible pour le calcul et la visualisation (voir figure 3.2). Il dispose de plusieurs fonctions mathématiques, scientifiques et techniques. L'approche matricielle de MATLAB permet de traiter les données sans aucune limitation de taille et de réaliser des calculs numériques et symboliques de façon fiable et rapide.

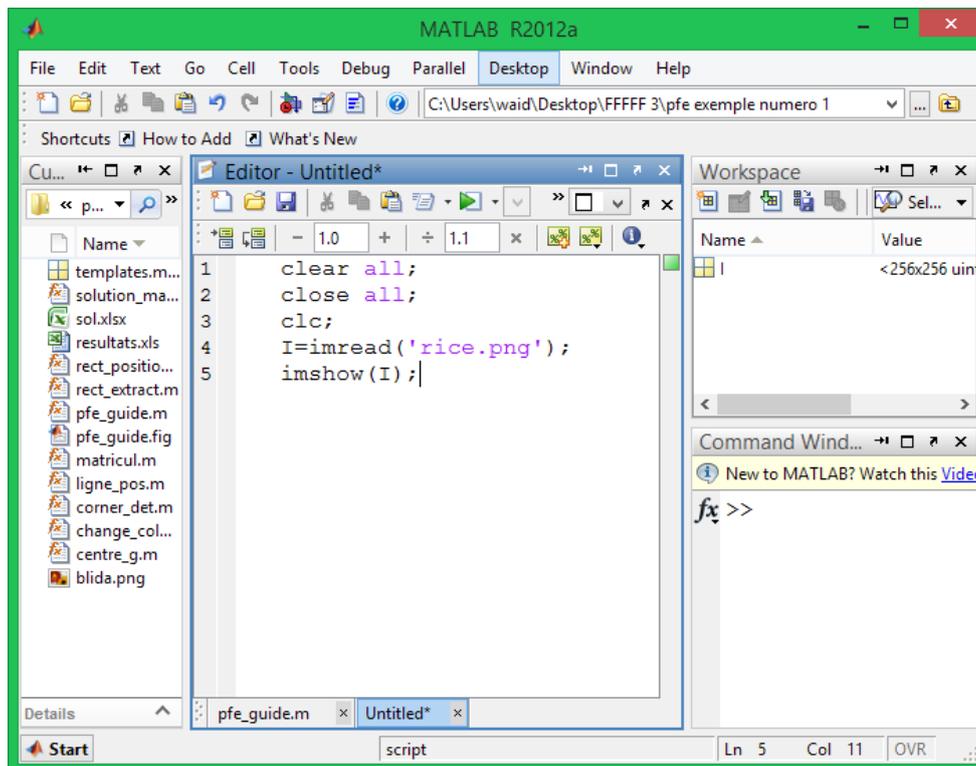


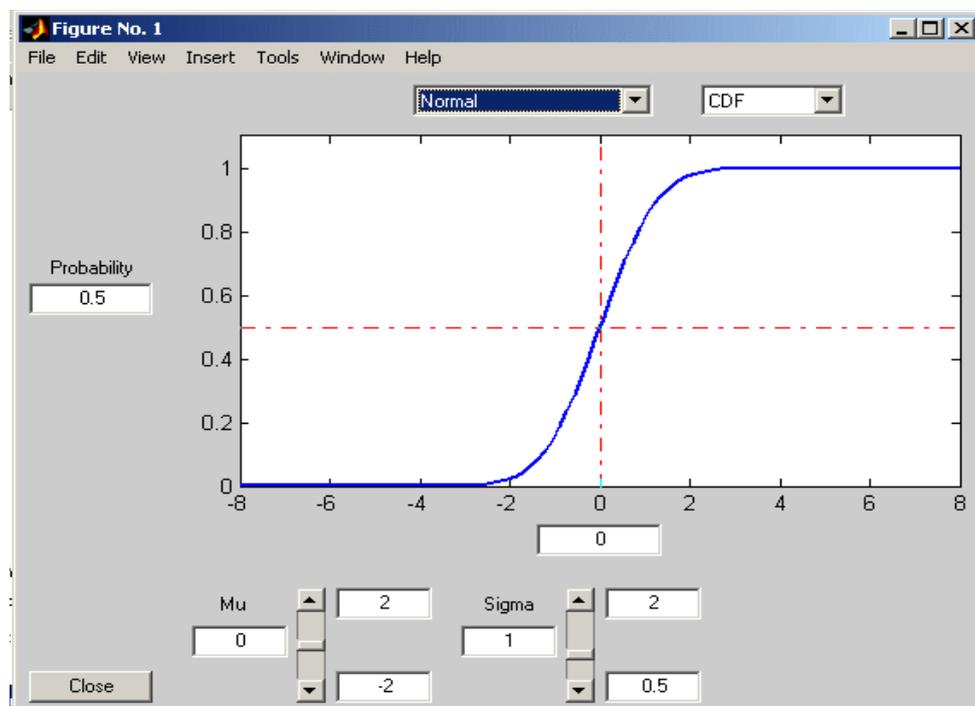
Figure 3.2: Le langage Matlab.

Quelles sont les particularités de MATLAB ?

MATLAB permet le travail interactif soit en mode commande, soit en mode programmation, tout en ayant toujours la possibilité de faire des visualisations graphiques. MATLAB possède les particularités suivantes :

- la programmation facile,
- la continuité parmi les valeurs entières, réelles et complexes,
- la gamme étendue des nombres et leurs précisions,
- la bibliothèque mathématique très compréhensive,
- l'outil graphique qui inclut les fonctions d'interface graphique et les utilitaires,
- la possibilité de liaison avec les autres langages classiques de programmations (C ou Fortran).

Matlab permet d'écrire assez simplement une interface graphique pour faire une application Interactive utilisable par des utilisateurs. Une interface graphique comprend des menus, des boutons, des "ascenseurs", des cases à cocher, des listes de choix, des zones de texte [15] (voir figure 3.3).



**Figure 3.3:** Exemple général d'interface graphique.

### 3.3 Interfaces de l'application:

Nous avons créé deux applications, la première application pour une seule sélection de copie d'examen et la deuxième pour multi sélection des copies d'examens (voir figure 3.4).

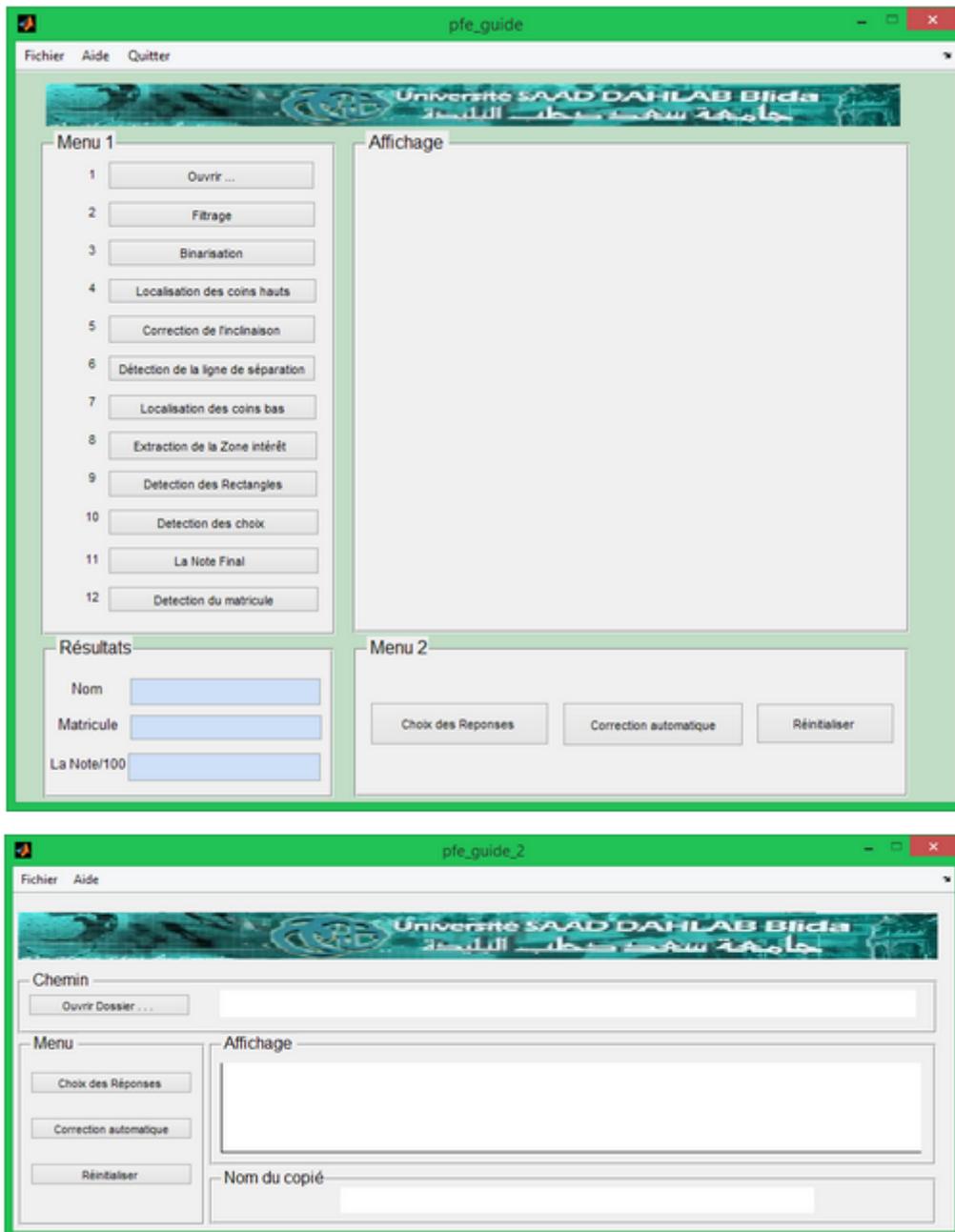
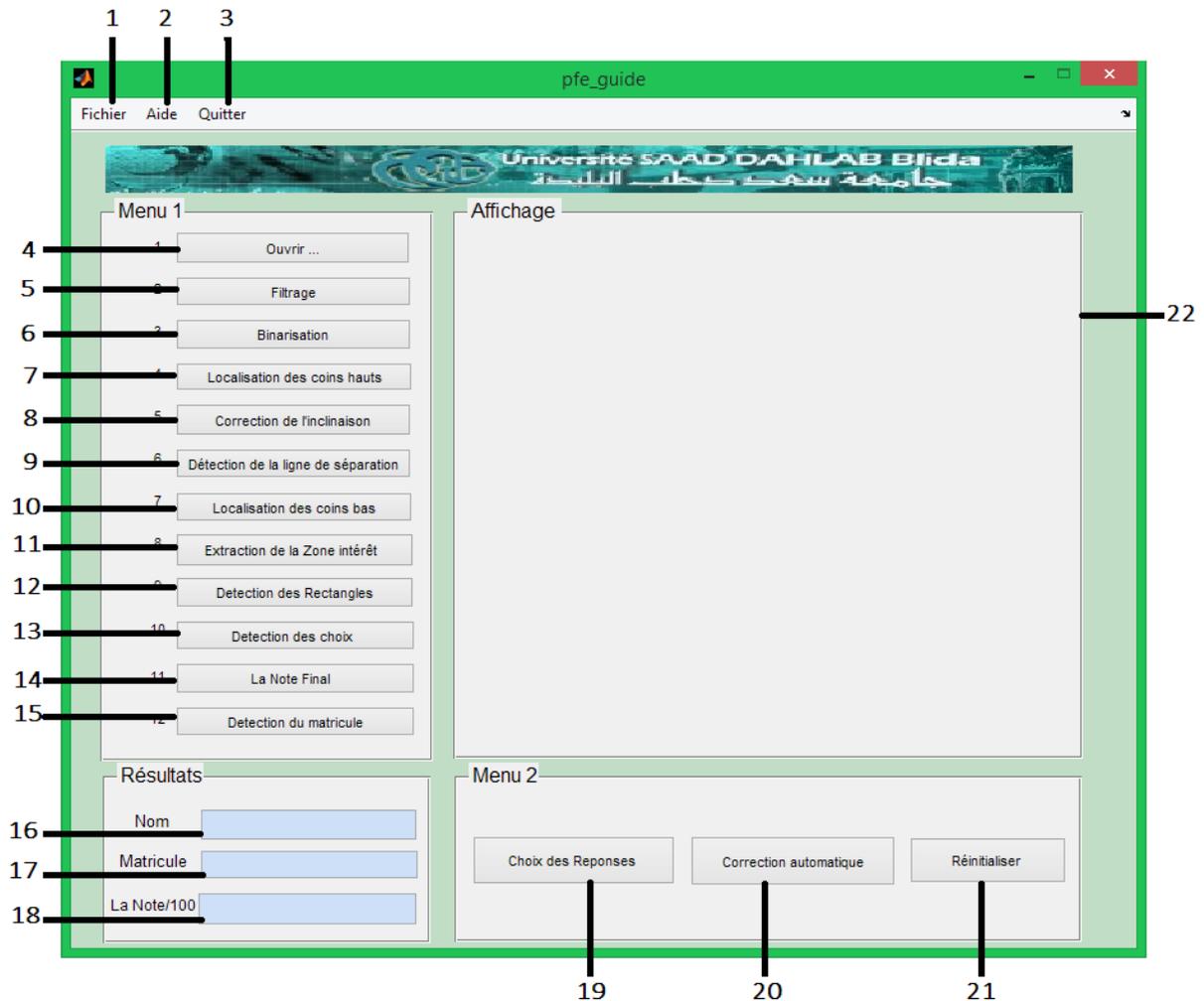


Figure 3.4: Interfaces de l'application 1 et 2.

## - Description d'espace de travail:

Nous allons découvrir l'espace de travail de notre application:

- **1<sup>er</sup> application:**

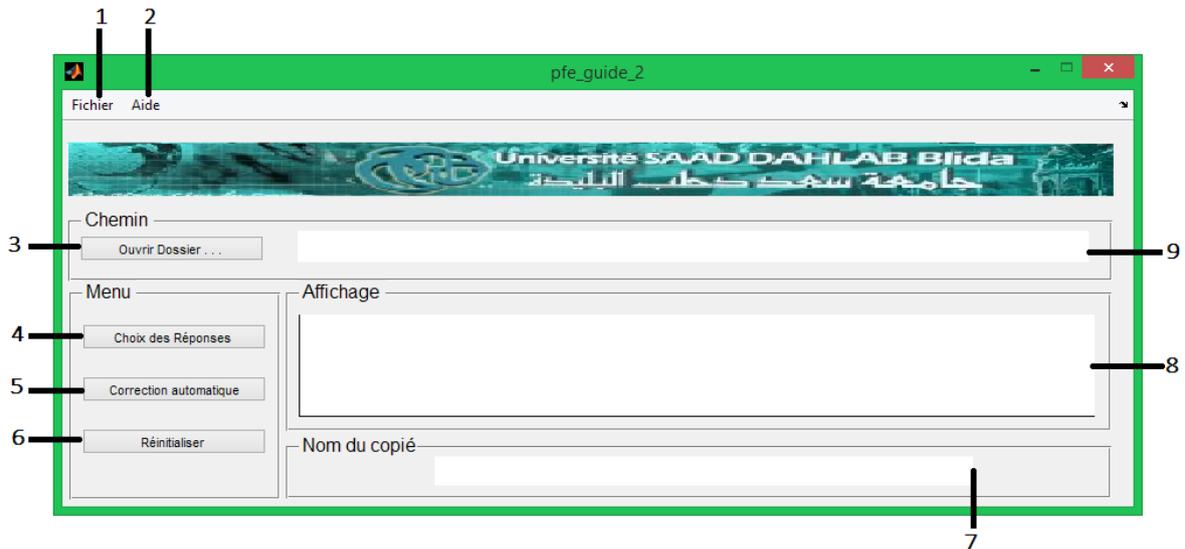


**Figure 3.5:** interface graphique de l'application numéro 1.

- 1 → Le Menu Fichier.
- 2 → Le Menu Aide.
- 3 → Le Menu Quitter.
- 4 → Button d'ouverture d'image .

- 5 → Button de filtrage .
- 6 → Button de binarisation .
- 7 → Button de localisation des coins hauts .
- 8 → Button de correction de l'inclinaison.
- 9 → Button de detection de la ligne de séparation .
- 10 → Button de localisation des coins bas.
- 11 → Button d'extraction de la zone d'intéret.
- 12 → Button de détection des rectangles.
- 13 → Button de détection des choix.
- 14 → Button de la note final.
- 15 → Button de détection du matricule.
- 16 → Affichage du nom.
- 17 → Affichage du matricule.
- 18 → Affichage de la note final.
- 19 → Button de choix des réponses.
- 20 → Button de correction automatique.
- 21 → Button de Réinitialiser.
- 22 → zone d'affichage d'image.

- 2 eme application:



**Figure 3.6:** interface graphique de l'application numéro 2.

- 1 → Le Menu Fichier.
- 2 → Le Menu Aide .
- 3 → Button d'ouverture du dossier.
- 4 → Button de choix des réponses.
- 5 → Button de correction automatique.
- 6 → Button de Réinitialisation.
- 7 → Affichage du nom.
- 8 → Zone d'affichage d'image.
- 9 → Afficher le chemin du Dossier.

### 3.4 Résultats et Discussions:

Le travail que nous avons fait dans ce projet pour la correction automatique de copies d'examen au format QCM est basé sur les différentes étapes déjà représentées par la figure 2.3 dans le chapitre 2. Les résultats de ces étapes sont représentons comme suit :

#### 3.4.1 Résultats du filtrage:

Dans cette étape l'image est filtrée avec un filtre gaussien, dans le but de réduire le bruit. Le résultat du filtrage de cette étape est représenté par la figure suivante.

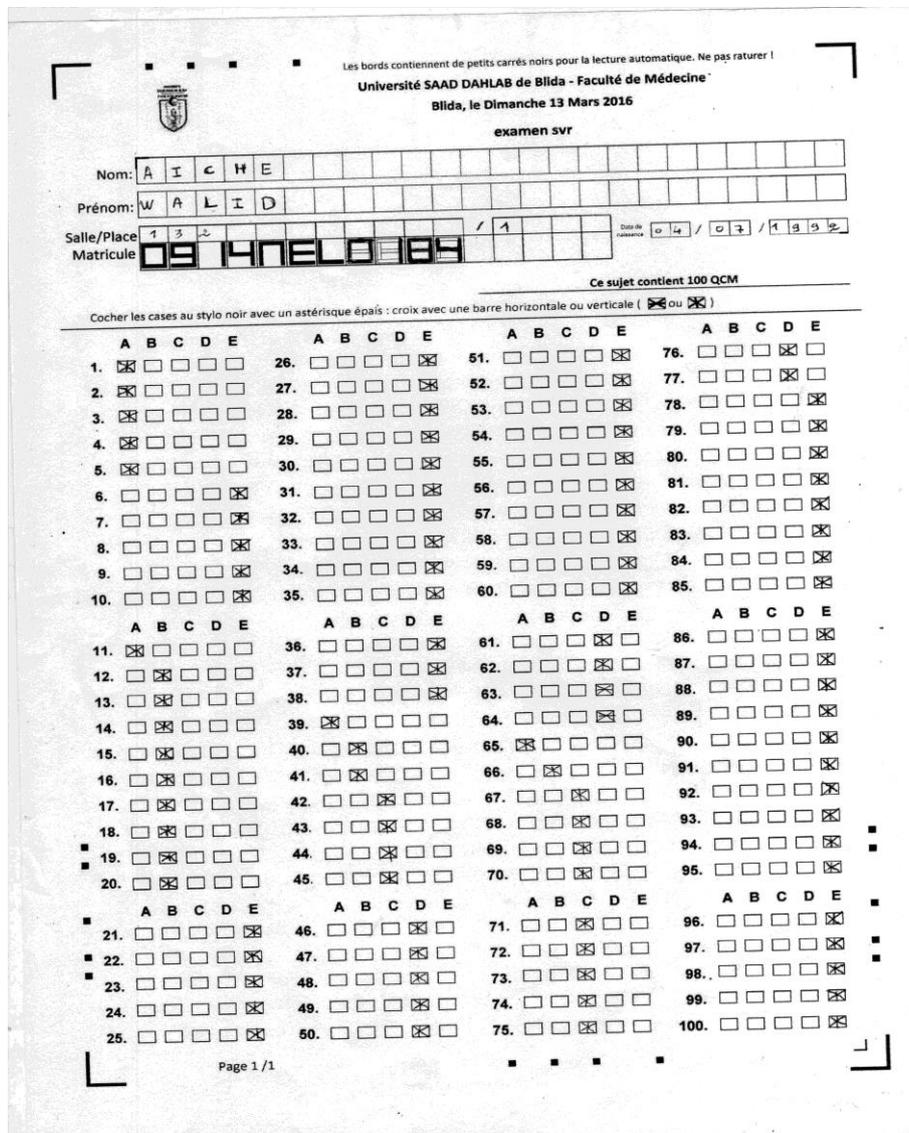


Figure 3.7: Résultat du filtrage.

### 3.4.2 Résultats de la binarisation :

Dans cette phase l'image filtrée est binarisé par la méthode d'Otsu. Le résultat de la binarisation est représenté par la figure 3.8.

Les bords contiennent de petits carrés noirs pour la lecture automatique. Ne pas raturer !

**Université SAAD DAHLAB de Blida - Faculté de Médecine**  
Blida, le Dimanche 13 Mars 2016

**examen svr**

Nom: A I C H E

Prénom: W A L I D

Salle/Place: 1 3 2 / 1

Matricule: 09 14 NELO 88

Date de naissance: 0 2 / 0 7 / 1 9 9 2

**Ce sujet contient 100 QCM**

Cocher les cases au stylo noir avec un astérisque épais : croix avec une barre horizontale ou verticale (☒ ou ☒)

<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th></tr> <tr><td>1. ☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>2. ☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>3. ☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>4. ☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>5. ☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>6. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>7. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>8. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>9. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>10. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> </table>	A	B	C	D	E	1. ☒	☐	☐	☐	☐	2. ☒	☐	☐	☐	☐	3. ☒	☐	☐	☐	☐	4. ☒	☐	☐	☐	☐	5. ☒	☐	☐	☐	☐	6. ☐	☐	☐	☐	☒	7. ☐	☐	☐	☐	☒	8. ☐	☐	☐	☐	☒	9. ☐	☐	☐	☐	☒	10. ☐	☐	☐	☐	☒	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th></tr> <tr><td>26. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>27. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>28. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>29. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>30. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>31. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>32. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>33. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>34. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>35. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> </table>	A	B	C	D	E	26. ☐	☐	☐	☐	☒	27. ☐	☐	☐	☐	☒	28. ☐	☐	☐	☐	☒	29. ☐	☐	☐	☐	☒	30. ☐	☐	☐	☐	☒	31. ☐	☐	☐	☐	☒	32. ☐	☐	☐	☐	☒	33. ☐	☐	☐	☐	☒	34. ☐	☐	☐	☐	☒	35. ☐	☐	☐	☐	☒	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th></tr> <tr><td>51. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>52. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>53. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>54. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>55. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>56. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>57. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>58. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>59. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>60. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> </table>	A	B	C	D	E	51. ☐	☐	☐	☐	☒	52. ☐	☐	☐	☐	☒	53. ☐	☐	☐	☐	☒	54. ☐	☐	☐	☐	☒	55. ☐	☐	☐	☐	☒	56. ☐	☐	☐	☐	☒	57. ☐	☐	☐	☐	☒	58. ☐	☐	☐	☐	☒	59. ☐	☐	☐	☐	☒	60. ☐	☐	☐	☐	☒	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th></tr> <tr><td>76. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>77. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>78. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>79. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>80. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>81. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>82. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>83. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>84. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>85. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> </table>	A	B	C	D	E	76. ☐	☐	☐	☐	☒	77. ☐	☐	☐	☐	☒	78. ☐	☐	☐	☐	☒	79. ☐	☐	☐	☐	☒	80. ☐	☐	☐	☐	☒	81. ☐	☐	☐	☐	☒	82. ☐	☐	☐	☐	☒	83. ☐	☐	☐	☐	☒	84. ☐	☐	☐	☐	☒	85. ☐	☐	☐	☐	☒
A	B	C	D	E																																																																																																																																																																																																																											
1. ☒	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
2. ☒	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
3. ☒	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
4. ☒	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
5. ☒	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
6. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
7. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
8. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
9. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
10. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
A	B	C	D	E																																																																																																																																																																																																																											
26. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
27. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
28. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
29. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
30. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
31. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
32. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
33. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
34. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
35. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
A	B	C	D	E																																																																																																																																																																																																																											
51. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
52. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
53. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
54. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
55. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
56. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
57. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
58. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
59. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
60. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
A	B	C	D	E																																																																																																																																																																																																																											
76. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
77. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
78. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
79. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
80. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
81. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
82. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
83. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
84. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
85. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th></tr> <tr><td>11. ☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>12. ☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>13. ☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>14. ☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>15. ☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>16. ☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>17. ☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>18. ☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>19. ☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>20. ☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> </table>	A	B	C	D	E	11. ☒	☐	☐	☐	☐	12. ☐	☒	☐	☐	☐	13. ☐	☒	☐	☐	☐	14. ☐	☒	☐	☐	☐	15. ☐	☒	☐	☐	☐	16. ☐	☒	☐	☐	☐	17. ☐	☒	☐	☐	☐	18. ☐	☒	☐	☐	☐	19. ☐	☒	☐	☐	☐	20. ☐	☒	☐	☐	☐	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th></tr> <tr><td>36. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>37. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>38. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>39. ☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>40. ☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>41. ☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>42. ☐</td><td>☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>43. ☐</td><td>☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>44. ☐</td><td>☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>45. ☐</td><td>☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> </table>	A	B	C	D	E	36. ☐	☐	☐	☐	☒	37. ☐	☐	☐	☐	☒	38. ☐	☐	☐	☐	☒	39. ☒	☐	☐	☐	☐	40. ☐	☒	☐	☐	☐	41. ☐	☒	☐	☐	☐	42. ☐	☐	☒	☐	☐	43. ☐	☐	☒	☐	☐	44. ☐	☐	☒	☐	☐	45. ☐	☐	☒	☐	☐	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th></tr> <tr><td>61. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>62. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>63. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>64. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>65. ☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>66. ☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>67. ☐</td><td>☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>68. ☐</td><td>☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>69. ☐</td><td>☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>70. ☐</td><td>☐</td><td>☒</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> </table>	A	B	C	D	E	61. ☐	☐	☐	☐	☒	62. ☐	☐	☐	☐	☒	63. ☐	☐	☐	☐	☒	64. ☐	☐	☐	☐	☒	65. ☒	☐	☐	☐	☐	66. ☐	☒	☐	☐	☐	67. ☐	☐	☒	☐	☐	68. ☐	☐	☒	☐	☐	69. ☐	☐	☒	☐	☐	70. ☐	☐	☒	☐	☐	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th></tr> <tr><td>86. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>87. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>88. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>89. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>90. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>91. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>92. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>93. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>94. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>95. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> </table>	A	B	C	D	E	86. ☐	☐	☐	☐	☒	87. ☐	☐	☐	☐	☒	88. ☐	☐	☐	☐	☒	89. ☐	☐	☐	☐	☒	90. ☐	☐	☐	☐	☒	91. ☐	☐	☐	☐	☒	92. ☐	☐	☐	☐	☒	93. ☐	☐	☐	☐	☒	94. ☐	☐	☐	☐	☒	95. ☐	☐	☐	☐	☒
A	B	C	D	E																																																																																																																																																																																																																											
11. ☒	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
12. ☐	☒	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
13. ☐	☒	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
14. ☐	☒	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
15. ☐	☒	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
16. ☐	☒	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
17. ☐	☒	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
18. ☐	☒	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
19. ☐	☒	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
20. ☐	☒	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
A	B	C	D	E																																																																																																																																																																																																																											
36. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
37. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
38. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
39. ☒	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
40. ☐	☒	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
41. ☐	☒	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
42. ☐	☐	☒	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
43. ☐	☐	☒	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
44. ☐	☐	☒	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
45. ☐	☐	☒	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
A	B	C	D	E																																																																																																																																																																																																																											
61. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
62. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
63. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
64. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
65. ☒	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
66. ☐	☒	☐	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
67. ☐	☐	☒	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
68. ☐	☐	☒	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
69. ☐	☐	☒	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
70. ☐	☐	☒	☐	☐																																																																																																																																																																																																																											
A	B	C	D	E																																																																																																																																																																																																																											
86. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
87. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
88. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
89. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
90. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
91. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
92. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
93. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
94. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
95. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th></tr> <tr><td>21. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>22. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>23. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>24. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>25. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> </table>	A	B	C	D	E	21. ☐	☐	☐	☐	☒	22. ☐	☐	☐	☐	☒	23. ☐	☐	☐	☐	☒	24. ☐	☐	☐	☐	☒	25. ☐	☐	☐	☐	☒	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th></tr> <tr><td>46. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>47. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>48. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>49. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>50. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> </table>	A	B	C	D	E	46. ☐	☐	☐	☐	☒	47. ☐	☐	☐	☐	☒	48. ☐	☐	☐	☐	☒	49. ☐	☐	☐	☐	☒	50. ☐	☐	☐	☐	☒	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th></tr> <tr><td>71. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>72. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>73. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>74. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>75. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> </table>	A	B	C	D	E	71. ☐	☐	☐	☐	☒	72. ☐	☐	☐	☐	☒	73. ☐	☐	☐	☐	☒	74. ☐	☐	☐	☐	☒	75. ☐	☐	☐	☐	☒	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th></tr> <tr><td>96. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>97. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>98. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>99. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>100. ☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> </table>	A	B	C	D	E	96. ☐	☐	☐	☐	☒	97. ☐	☐	☐	☐	☒	98. ☐	☐	☐	☐	☒	99. ☐	☐	☐	☐	☒	100. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																				
A	B	C	D	E																																																																																																																																																																																																																											
21. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
22. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
23. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
24. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
25. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
A	B	C	D	E																																																																																																																																																																																																																											
46. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
47. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
48. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
49. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
50. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
A	B	C	D	E																																																																																																																																																																																																																											
71. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
72. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
73. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
74. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
75. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
A	B	C	D	E																																																																																																																																																																																																																											
96. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
97. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
98. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
99. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											
100. ☐	☐	☐	☐	☒																																																																																																																																																																																																																											

Page 1 / 1

Figure 3.8: Résultat de la binarisation par la méthode d'Otsu.

### 3.4.3 Résultat de Localisation des coins hauts:

Dans cette étape nous avons utilisé le découpage, l'étiquetage et le calcul du centre de gravité pour la localisation des coins hauts. La figure suivante représente le résultat de cette étape.

Les bords contiennent de petits carrés noirs pour la lecture automatique. Ne pas raturer !

**Université SAAD DAHLAB de Blida - Faculté de Médecine**  
Blida, le Dimanche 13 Mars 2016

**examen svr**

Nom: A I C H E

Prénom: W A L I D

Salle/Place: 1 3 2 / 1

Matricule: 09 140210088

Etat de l'épreuve: 02 / 07 / 1992

Ce sujet contient 100 QCM

Cocher les cases au stylo noir avec un astérisque épais : croix avec une barre horizontale ou verticale (☒ ou ☑)

A B C D E	A B C D E	A B C D E	A B C D E
1. ☒ ☐ ☐ ☐ ☐	26. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	51. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	76. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
2. ☒ ☐ ☐ ☐ ☐	27. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	52. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	77. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
3. ☒ ☐ ☐ ☐ ☐	28. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	53. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	78. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
4. ☒ ☐ ☐ ☐ ☐	29. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	54. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	79. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
5. ☒ ☐ ☐ ☐ ☐	30. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	55. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	80. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
6. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	31. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	56. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	81. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
7. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	32. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	57. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	82. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
8. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	33. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	58. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	83. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
9. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	34. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	59. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	84. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
10. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	35. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	60. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	85. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
A B C D E	A B C D E	A B C D E	A B C D E
11. ☒ ☐ ☐ ☐ ☐	36. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	61. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	86. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
12. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	37. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	62. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	87. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
13. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	38. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	63. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	88. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
14. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	39. ☒ ☐ ☐ ☐ ☐	64. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	89. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
15. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	40. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	65. ☒ ☐ ☐ ☐ ☐	90. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
16. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	41. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	66. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	91. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
17. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	42. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	67. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	92. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
18. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	43. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	68. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	93. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
19. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	44. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	69. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	94. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
20. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	45. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	70. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	95. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
A B C D E	A B C D E	A B C D E	A B C D E
21. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	46. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	71. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	96. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
22. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	47. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	72. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	97. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
23. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	48. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	73. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	98. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
24. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	49. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	74. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	99. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
25. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	50. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	75. ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	100. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒

Page 1 / 1

Figure 3.9: Résultat de localisation des coins hauts.

### 3.4.4 Résultat de correction de l'inclinaison:

Dans cette phase nous avons utilisé la rotation à l'aide des positions des coins hauts, ensuite l'élimination de bordures noires (voir figure 3.10).

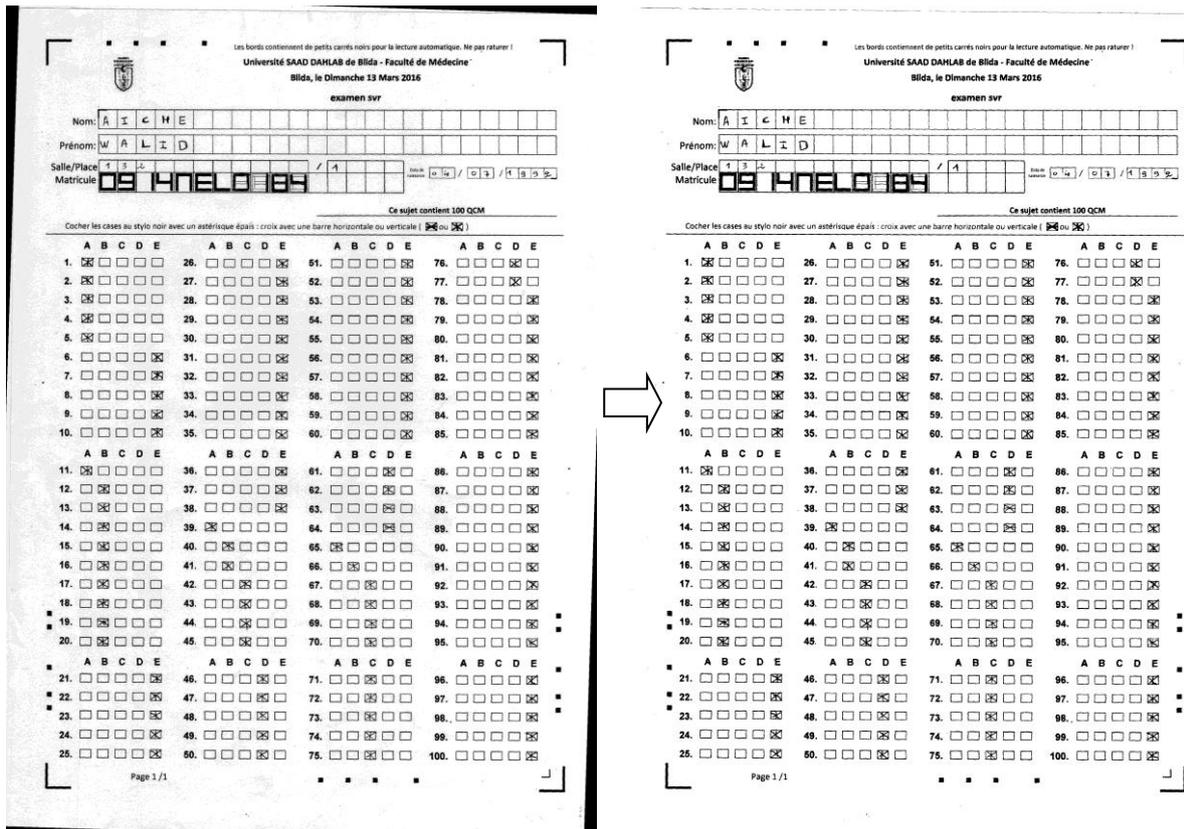


Figure 3.10: Résultat de correction de l'inclinaison et l'élimination de bordures noires.

### 3.4.5 Résultat de détection de la ligne de séparation:

Dans cette étape nous avons fait un étiquetage pour trouver la ligne, ensuite le mini,maxi et minj,maxj sont déterminés suivant l'organigramme de la figure 2.14. Le résultat de cette étape est représenté par la figure suivante.

Les bords contiennent de petits carrés noirs pour la lecture automatique. Ne pas raturer !

**Université SAAD DAHLAB de Blida - Faculté de Médecine**  
Blida, le Dimanche 13 Mars 2016  
examen svr

Nom: A I C H E

Prénom: W A L I D

Salle/Place: 1 3 2 / 1

Matricule: 09 14 NELO 0185

Ce sujet contient 100 QCM

Cocher les cases au stylo noir avec un astérisque épais : croix avec une barre horizontale ou verticale (☒ ou ☒)

1. ☒ ☐ ☐ ☐ ☐	26. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	51. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	76. ☐ ☐ ☐ ☒ ☐
2. ☒ ☐ ☐ ☐ ☐	27. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	52. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	77. ☐ ☐ ☐ ☒ ☐
3. ☒ ☐ ☐ ☐ ☐	28. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	53. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	78. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
4. ☒ ☐ ☐ ☐ ☐	29. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	54. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	79. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
5. ☒ ☐ ☐ ☐ ☐	30. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	55. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	80. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
6. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	31. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	56. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	81. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
7. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	32. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	57. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	82. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
8. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	33. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	58. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	83. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
9. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	34. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	59. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	84. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
10. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	35. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	60. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	85. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
11. ☒ ☐ ☐ ☐ ☐	36. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	61. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	86. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
12. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	37. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	62. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	87. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
13. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	38. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	63. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	88. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
14. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	39. ☒ ☐ ☐ ☐ ☐	64. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	89. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
15. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	40. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	65. ☒ ☐ ☐ ☐ ☐	90. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
16. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	41. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	66. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	91. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
17. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	42. ☐ ☐ ☒ ☐ ☐	67. ☐ ☐ ☒ ☐ ☐	92. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
18. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	43. ☐ ☐ ☒ ☐ ☐	68. ☐ ☐ ☒ ☐ ☐	93. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
19. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	44. ☐ ☐ ☒ ☐ ☐	69. ☐ ☐ ☒ ☐ ☐	94. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
20. ☐ ☒ ☐ ☐ ☐	45. ☐ ☐ ☒ ☐ ☐	70. ☐ ☐ ☒ ☐ ☐	95. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
21. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	46. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	71. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	96. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
22. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	47. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	72. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	97. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
23. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	48. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	73. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	98. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
24. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	49. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	74. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	99. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒
25. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	50. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	75. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒	100. ☐ ☐ ☐ ☐ ☒

Page 1 / 1

Figure 3.11: Résultat de la détection de ligne.

### 3.4.6 Résultat de Localisation des coins bas:

Nous avons utilisé le découpage, opération d'étiquetage et le calcul du centre de gravité. La figure suivante représente le résultat de cette étape.

Les bords contiennent de petits carrés noirs pour la lecture automatique. Ne pas raturer !

**Université SAAD DAHLAB de Blida - Faculté de Médecine**  
Blida, le Dimanche 13 Mars 2016

**examen svr**

Nom: A I C H E

Prénom: W A L I D

Salle/Place: 1 3 / 1

Matricule: 09 1406010184

Date de naissance: 04 / 03 / 1995

**Ce sujet contient 100 QCM**

Cocher les cases au stylo noir avec un astérisque épais : croix avec une barre horizontale ou verticale (☒ ou ☒)

A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1. ☒					26. ☐				☒	51. ☐				☒	76. ☐				☒
2. ☒					27. ☐				☒	52. ☐				☒	77. ☐				☒
3. ☒					28. ☐				☒	53. ☐				☒	78. ☐				☒
4. ☒					29. ☐				☒	54. ☐				☒	79. ☐				☒
5. ☒					30. ☒				☒	55. ☐				☒	80. ☐				☒
6. ☐				☒	31. ☐				☒	56. ☐				☒	81. ☐				☒
7. ☐				☒	32. ☐				☒	57. ☐				☒	82. ☐				☒
8. ☐				☒	33. ☐				☒	58. ☐				☒	83. ☐				☒
9. ☐				☒	34. ☐				☒	59. ☐				☒	84. ☐				☒
10. ☐				☒	35. ☐				☒	60. ☐				☒	85. ☐				☒
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
11. ☒					36. ☐				☒	61. ☐				☒	86. ☐				☒
12. ☐	☒				37. ☐				☒	62. ☐				☒	87. ☐				☒
13. ☐	☒				38. ☐				☒	63. ☐				☒	88. ☐				☒
14. ☐	☒				39. ☒				☒	64. ☐				☒	89. ☐				☒
15. ☐	☒				40. ☐	☒			☒	65. ☒				☒	90. ☐				☒
16. ☐	☒				41. ☐	☒			☒	66. ☐	☒			☒	91. ☐				☒
17. ☐	☒				42. ☐		☒		☒	67. ☐		☒		☒	92. ☐				☒
18. ☐	☒				43. ☐		☒		☒	68. ☐		☒		☒	93. ☐				☒
19. ☐	☒				44. ☐		☒		☒	69. ☐		☒		☒	94. ☐				☒
20. ☐	☒				45. ☐		☒		☒	70. ☐		☒		☒	95. ☐				☒
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
21. ☐				☒	46. ☐				☒	71. ☐				☒	96. ☐				☒
22. ☐				☒	47. ☐				☒	72. ☐				☒	97. ☐				☒
23. ☐				☒	48. ☐				☒	73. ☐				☒	98. ☐				☒
24. ☐				☒	49. ☐				☒	74. ☐				☒	99. ☐				☒
25. ☐				☒	50. ☐				☒	75. ☐				☒	100. ☐				☒

Page 1 / 1

Figure 3.12: Résultat de localisation des coins bas.

### 3.4.7 Résultat d'extraction de la zone d'intérêt :

Dans cette phase nous avons utilisé les positions de la ligne de séparation et le résultat de localisation des coins bas pour l'extraction de la zone d'intérêt. Le résultat de cette étape est présenté par la figure suivante.

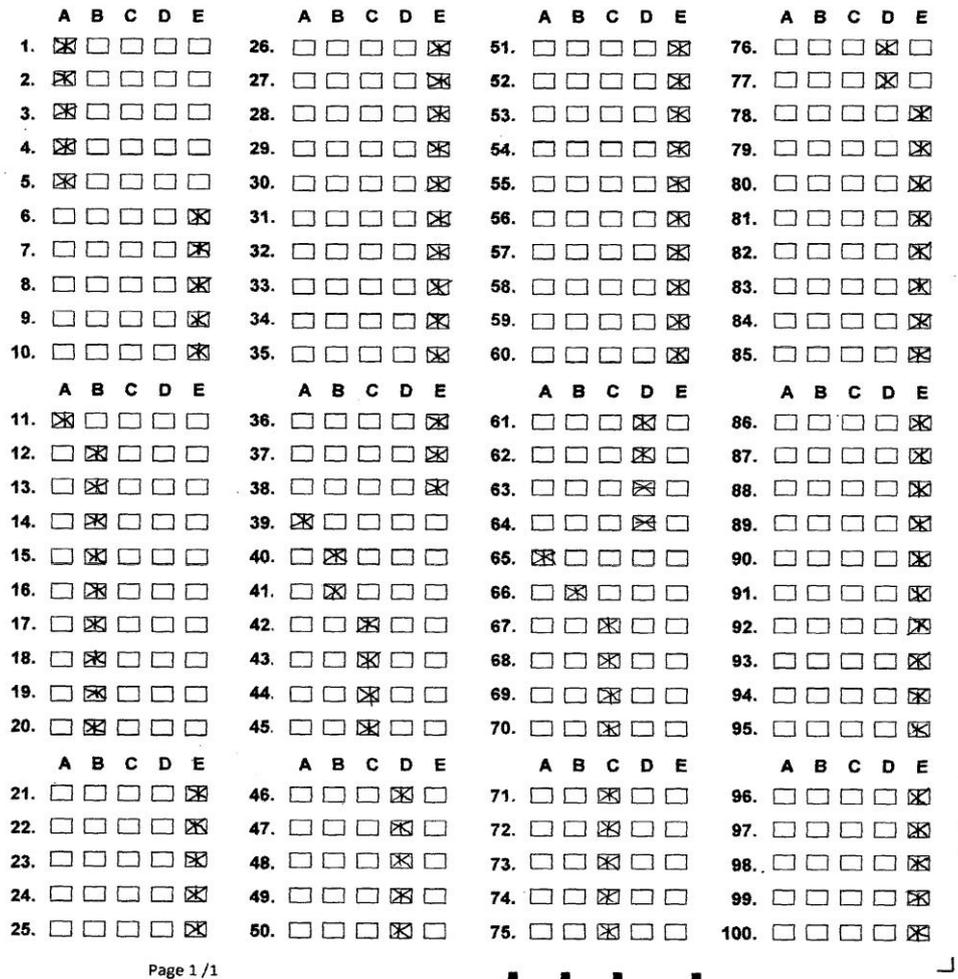


Figure 3.13: Résultat d'extraction de la zone d'intérêt.

### 3.4.8 Résultat de la détection des rectangles de choix :

Nous avons trouvé les positions des rectangles à partir des histogrammes de projection verticale et horizontale. Le résultat est représenté par la figure 3.14:

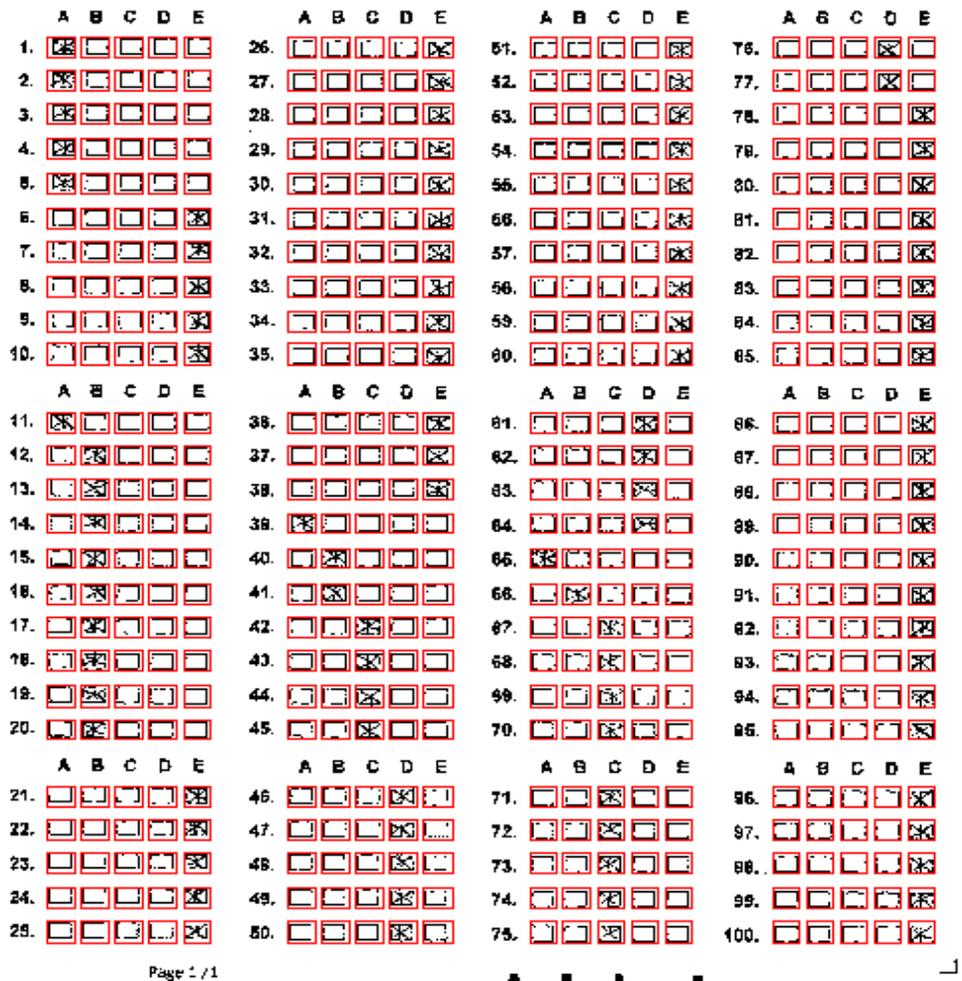


Figure 3.14: Résultat de la détection des rectangles de choix

### 3.4.9 Résultat de la lecture des choix:

Dans cette étape nous avons fait quelque traitement ensuite l'opération d'étiquetage pour calculer le nombre d'étiquète pour chaque rectangle. Le résultat est représenté par la figure3.15.

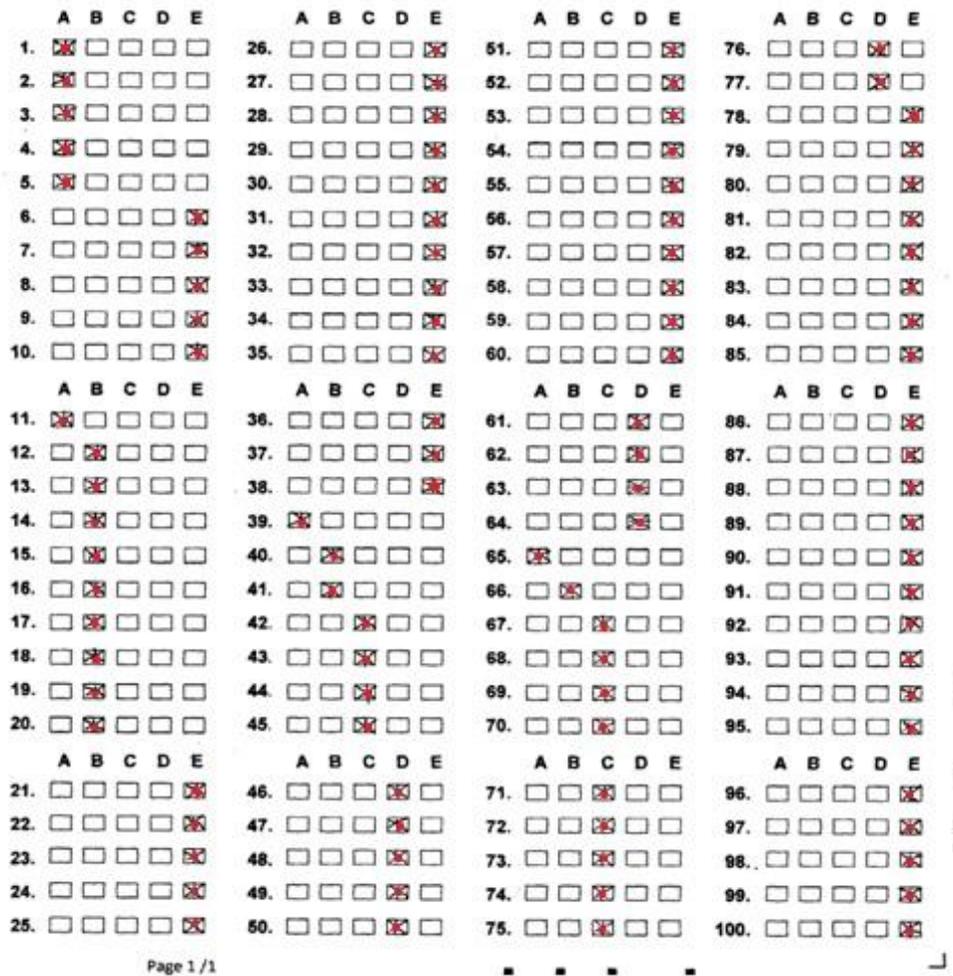


Figure 3.15: Résultat de la lecture des choix.

### 3.4.10 La note finale:

La note finale est calculée en fonction d'un barème préétabli.

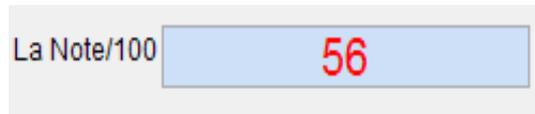


Figure 3.16: Résultat de la note finale.

### 3.4.11 Résultat de la détection du matricule:

Dans cette étape nous avons fait la corrélation entre l'image de la base de données et l'image traitée (voir figure 3.17).



Figure 3.17: résultat de la détection du matricule.

### 3.5 La Base de données des matricules:

Pour la détection des matricules nous avons créé une base de données de 18 matricules (voir la figure 3.18).

09 14NELO 165	a	09 14NELO 185	b
09 14NELO 186	c	09 14NELO 184	d
09 14NELO 180	e	09 14NELO 197	f
09 14NELO2 17	g	09 14NELO202	h
09 14NELO2 10	i	09 14NELO200	j
09 14NELO 18 1	k	09 14NELO 1833	l
09 14NELO203	m	09 14NELO227	n
09 14NELO 183	o	09 14NELO208	p
09 14NELO207	q	09 14NELO20 1	r

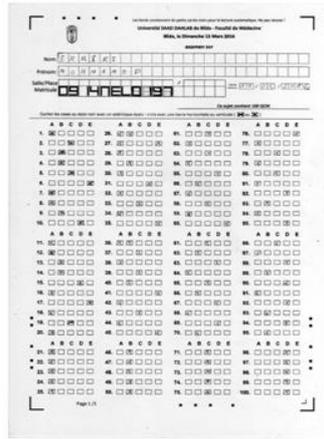
Figure 3.18: la base de données des matricules.

### 3.6 Résultats expérimentaux:

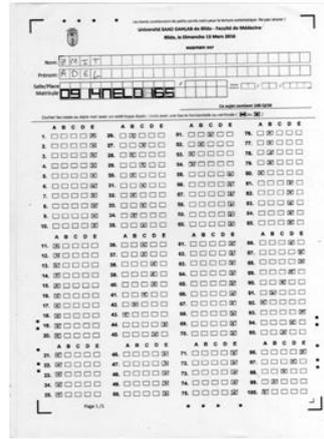
L'application a été testée sur 50 images (voir les figures 3.19, 3.20, 3.21, 3.22, 3.23, 3.24), le temps d'exécution est 3 minutes et 35 secondes ce qui correspond à 1 copie/4 seconds. Le taux de réussite est de 100 %, c'est à dire les 50 copies de teste ont été toute corrigées correctement. Les résultats trouvés sont enregistré automatiquement dans un fichier Excel (voir tableaux 3.1).



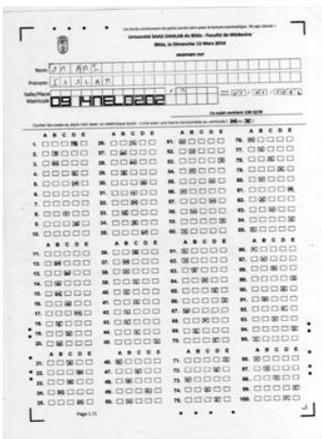
test001



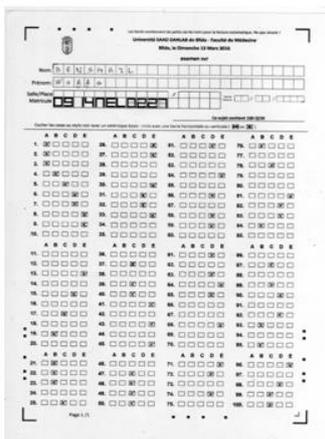
test002



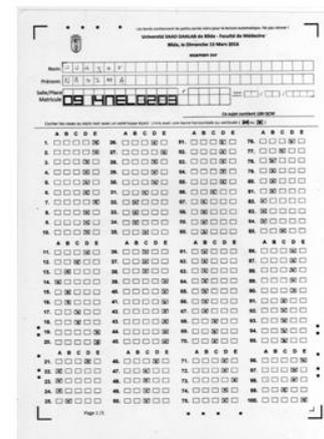
test003



test004



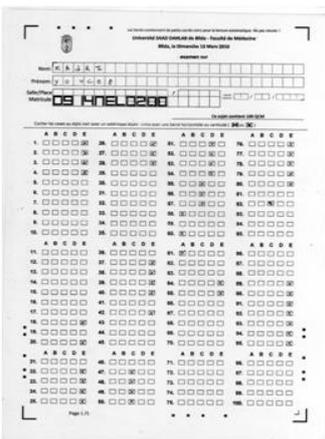
test005



test006



test007

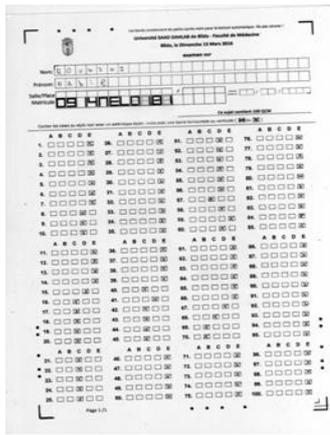


test008

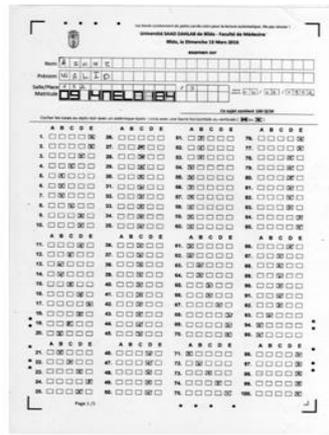


test009

Figure 3.19: Copies d'examen testées 1.



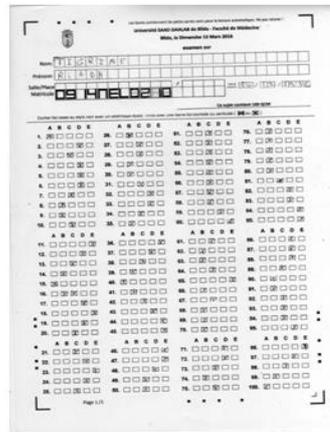
test0010



test0011



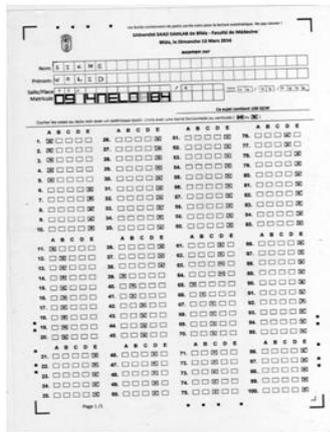
test0012



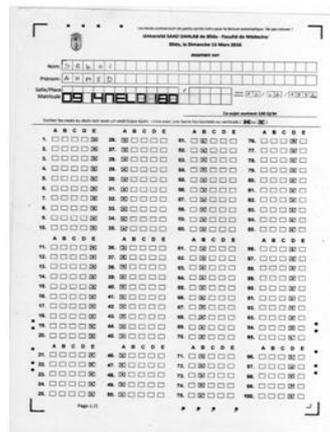
test0013



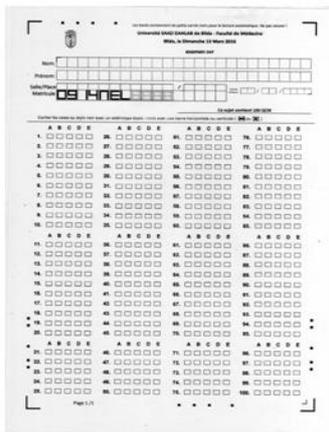
test0014



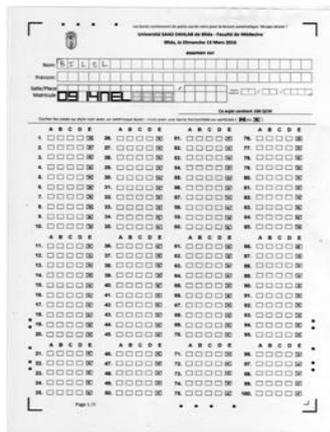
test0015



test0016

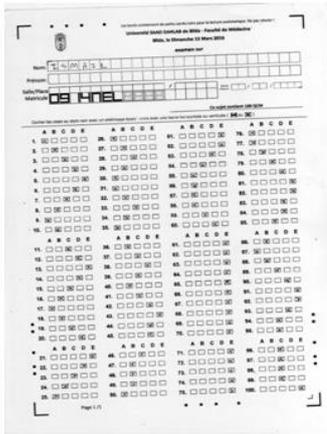


test0017



test0018

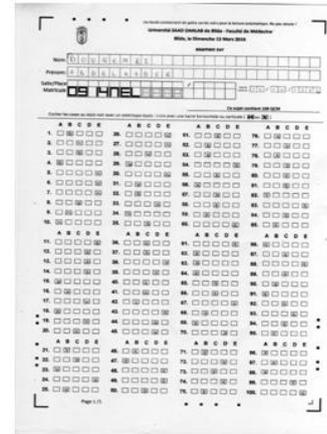
Figure 3.20: Copies d'examen testées 2.



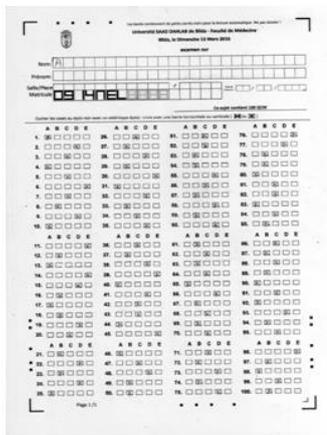
test0019



test0020



test0021



test0022



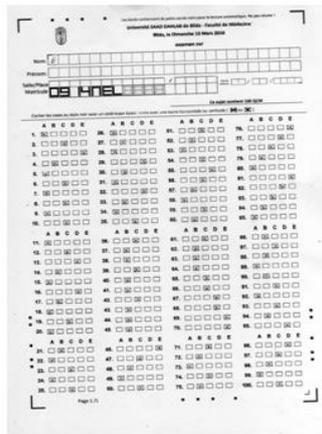
test0023



test0024



test0025



test0026



test0027

Figure 3.21: Copies d'examen testées 3.

Université Abdelhakim EL-BAZ - Faculté de Médecine  
 Médecine - 13 Mars 2020

Nom: H. M. H. M. H. M.

Prénoms: H. M. H. M. H. M.

Matricule: 09 HNE 000

Spécialité: 09 HNE 000

Page 1/1

test0028

Université Abdelhakim EL-BAZ - Faculté de Médecine  
 Médecine - 13 Mars 2020

Nom: F.

Prénoms: H. M. H. M. H. M.

Matricule: 09 HNE 000

Spécialité: 09 HNE 000

Page 1/1

test0029

Université Abdelhakim EL-BAZ - Faculté de Médecine  
 Médecine - 13 Mars 2020

Nom: G.

Prénoms: H. M. H. M. H. M.

Matricule: 09 HNE 000

Spécialité: 09 HNE 000

Page 1/1

test0030

Université Abdelhakim EL-BAZ - Faculté de Médecine  
 Médecine - 13 Mars 2020

Nom: H.

Prénoms: H. M. H. M. H. M.

Matricule: 09 HNE 000

Spécialité: 09 HNE 000

Page 1/1

test0031

Université Abdelhakim EL-BAZ - Faculté de Médecine  
 Médecine - 13 Mars 2020

Nom: S.

Prénoms: H. M. H. M. H. M.

Matricule: 09 HNE 000

Spécialité: 09 HNE 000

Page 1/1

test0032

Université Abdelhakim EL-BAZ - Faculté de Médecine  
 Médecine - 13 Mars 2020

Nom: T.

Prénoms: H. M. H. M. H. M.

Matricule: 09 HNE 000

Spécialité: 09 HNE 000

Page 1/1

test0033

Université Abdelhakim EL-BAZ - Faculté de Médecine  
 Médecine - 13 Mars 2020

Nom: K.

Prénoms: H. M. H. M. H. M.

Matricule: 09 HNE 000

Spécialité: 09 HNE 000

Page 1/1

test0034

Université Abdelhakim EL-BAZ - Faculté de Médecine  
 Médecine - 13 Mars 2020

Nom: L.

Prénoms: H. M. H. M. H. M.

Matricule: 09 HNE 000

Spécialité: 09 HNE 000

Page 1/1

test0035

Université Abdelhakim EL-BAZ - Faculté de Médecine  
 Médecine - 13 Mars 2020

Nom: M.

Prénoms: H. M. H. M. H. M.

Matricule: 09 HNE 000

Spécialité: 09 HNE 000

Page 1/1

test0036

Figure 3.22: Copies d'examen testées 4.

Form for test0037. Name: N. Subject: OS HNEL. The form contains a header with the institution name and logo, followed by fields for name and subject. Below this is a large grid of multiple-choice questions, each with four options labeled A, B, C, and D.

test0037

Form for test0038. Name: P. Subject: OS HNEL. The form contains a header with the institution name and logo, followed by fields for name and subject. Below this is a large grid of multiple-choice questions, each with four options labeled A, B, C, and D.

test0038

Form for test0039. Name: P. Subject: OS HNEL. The form contains a header with the institution name and logo, followed by fields for name and subject. Below this is a large grid of multiple-choice questions, each with four options labeled A, B, C, and D.

test0039

Form for test0040. Name: Q. Subject: OS HNEL. The form contains a header with the institution name and logo, followed by fields for name and subject. Below this is a large grid of multiple-choice questions, each with four options labeled A, B, C, and D.

test0040

Form for test0041. Name: R. Subject: OS HNEL. The form contains a header with the institution name and logo, followed by fields for name and subject. Below this is a large grid of multiple-choice questions, each with four options labeled A, B, C, and D.

test0041

Form for test0042. Name: S. Subject: OS HNEL. The form contains a header with the institution name and logo, followed by fields for name and subject. Below this is a large grid of multiple-choice questions, each with four options labeled A, B, C, and D.

test0042

Form for test0043. Name: T. Subject: OS HNEL. The form contains a header with the institution name and logo, followed by fields for name and subject. Below this is a large grid of multiple-choice questions, each with four options labeled A, B, C, and D.

test0043

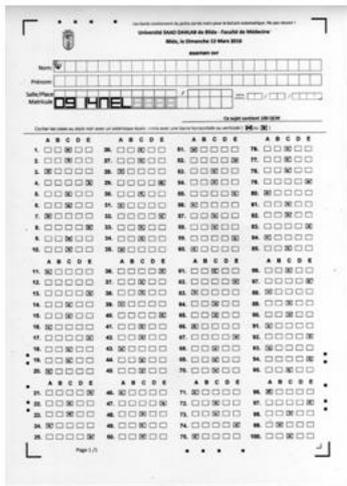
Form for test0044. Name: U. Subject: OS HNEL. The form contains a header with the institution name and logo, followed by fields for name and subject. Below this is a large grid of multiple-choice questions, each with four options labeled A, B, C, and D.

test0044

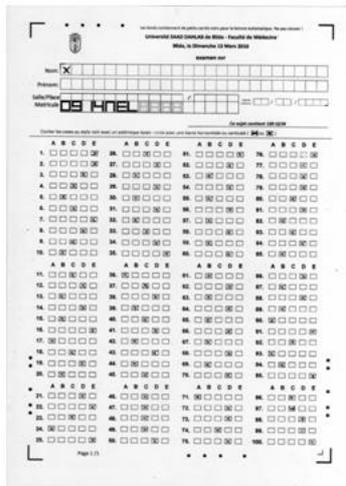
Form for test0045. Name: V. Subject: OS HNEL. The form contains a header with the institution name and logo, followed by fields for name and subject. Below this is a large grid of multiple-choice questions, each with four options labeled A, B, C, and D.

test0045

Figure 3.23: Copies d'examen testées 5.



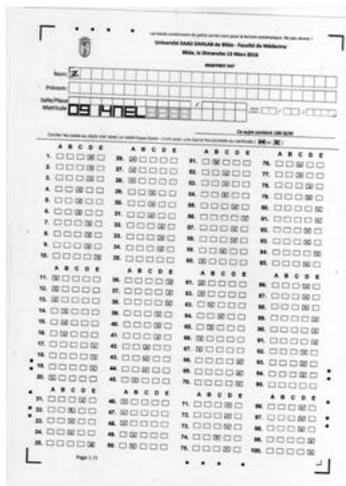
test0046



test0047



test0048



test0049



test0050

Figure 3.24: Copies d'examen testées 6.

Le Nom	La note	matricule
amrouche aboubakre	11	0914MEL0185
Erriri Mohamed	8	0914MEL0197
adel zmit	41	0914MEL0165
Ouari Islam	10	0914MEL0202
Ben smail waffa	16	0914MEL0227
Oudjar nasima	16	0914MEL0203
Zerrouki Aziz	8	0914MEL0217
kadri youcef	32	0914MEL0200
Abedellah fatma	39	0914MEL0203
Roubihi nabil	67	0914MEL0181
Aiche Walid	17	0914MEL0184
Anede Samir	6	0914MEL0186
Tigrine Ryad	13	0914MEL0210
no name	16	0914MEL....
Aiche Walid	56	0914MEL0184
Sebai Ahmed	25	0914MEL180
no name	0	0914MEL....
no name	100	0914MEL....
no name	26	0914MEL....
Taki	33	0914mel0208
no name	19	0914MEL....
no name	8	0914MEL....
no name	8	0914MEL....
no name	5	0914MEL....
no name	5	0914MEL....
no name	6	0914MEL....
Messahel Kamel	32	0914mel0201
Mousoni Mouamar	30	0914mel0207
no name	25	0914MEL....
no name	9	0914MEL....
no name	51	0914MEL....
no name	10	0914MEL....
no name	64	0914MEL....
no name	31	0914MEL....
no name	21	0914MEL....
no name	30	0914MEL....
no name	19	0914MEL....
no name	4	0914MEL....
no name	32	0914MEL....
no name	49	0914MEL....
no name	17	0914MEL....
no name	28	0914MEL....
no name	25	0914MEL....
no name	14	0914MEL....
no name	32	0914MEL....
no name	23	0914MEL....
no name	12	0914MEL....
no name	11	0914MEL....
no name	20	0914MEL....
no name	30	0914MEL....

**Tableaux 3.1:** Résultats expérimentaux de correction automatique.

### **3.7 Conclusion**

Le passage de l'algorithme à l'application est la phase la plus importante, d'après plusieurs tests nous avons réussi à trouver une méthode de correction automatique de copies d'examen au format QCM. Les résultats présentés montrent bien la fiabilité de notre application.

# Introduction générale

---

La naissance des QCM daterait d'il y a à peu près 80 ans et est attribuée à un psychométricien américain qui proposait de remplacer dans certains cas les questions rédactionnelles (ouvertes) par des questions à réponse fermée. Les QCM sont un outil d'évaluation qui peut être utilisé pour une évaluation diagnostique, formative ou sommative.

Les QCM peuvent tester beaucoup de connaissances en peu de temps, de même niveau cognitif que les questions rédactionnelles si ils sont écrits selon certains critères qui en feront un outil d'évaluation des connaissances fiable et valide.

Le traitement d'images est un domaine très vaste qui a connu, et qui connaît encore, un développement important depuis quelques dizaines d'années.

L'objet de ce mémoire est la correction automatique de copies d'examens au format QCM. Il est organisé en trois chapitres. Le premier chapitre présente une généralité sur le traitement d'image. Le deuxième chapitre présente les étapes de la méthode proposée pour la correction automatique de copies d'examens au format QCM. Nous y détaillons, notamment, les formules mathématique et les algorithmes qui sont utilisés. Le troisième chapitre sera consacré à la partie application et résultats.

# Bibliographie

---

- [1] Anil K. Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*, 1989
- [2] Jean-Jaeques Toumazet, *Traitement de l'image. par l'exemple* Edition Sybex Paris, juillet 1990.
- [3] <http://tecaetu.unige.ch/staf/stafk/benetos/staf13/per1/tache5/resolution.html>.
- [4] <http://www.la-photo-en-faits.com/2013/05/RVB-CMJN-TSL-conversion-definition.html>
- [5] *Antoine Manzanera, Traitement Et Reconnaissance d'Images Cours TERI – Master 2 UPMC Paris 6*
- [6] *Option de traitement d'images Mémento pour la séance No 6, Université de Nice Sophia Antipolis, 19 novembre 2007*
- [7] Benoit Naegel « *Traitement d'image* », Cours Master 1 ISI, Université de Strasbourg, 2008
- [8] Ouarda ASSAS, THESE DOCTORAT EN SCIENCES Thème Classification floue des images, 14/12/2013
- [9] Nobuyuki Otsu, « *A threshold selection method from gray-level histograms* »
- [10] DOUMANJI Samah, BOULFANI Yasmine, Implémentation sur DSP TMS320c5000 de filtres optimaux appliqués aux images et introduction de réseaux neuronaux, projet de fin d'études, Electronique, ENP, ALGER 2004.
- [11] A.ROSENFELD, J. L. PFALTZ - « *Sequential operations in digital picture processing*», Journal of ACM, vol. 13, n° 4, pp.471-494, 1966
- [12] Philippe LAMATY 1, Didier DEMIGNY 2, *Opérateur matériel d'étiquetage de régions temps réel et flot de données*, septembre 1999.
- [13] Université de Lille, *Projet encadré IVI Semaine 5 : analyse en composantes connexes*, Master Informatique.

[14] O. D. Trier, A. K. Jain, T. Taxt, << Feature extraction methods for character recognition - a survey >>, Pattern Recognition, Vol. 29, 1996, pp. 641-662.

[15] Pierre Bonnet, Introduction Matlab - Compléments GUI, USTL.

# INTRODUCTION GENERALE:

---

# CHAPITRE 1 :

## **Généralités sur le traitement d'image**

---

# CHAPITRE 2 :

## **Correction automatique de copies au format QCM**

---

# CHAPITRE 3 :

## **Implémentation et résultats**

---

# CONCLUSION GENERALE:

---